

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**UTILIZAÇÃO DE UMA METODOLOGIA MULTICRITÉRIO NA SELEÇÃO DE
ROTAS PARA LINHAS DE TRANSMISSÃO**

FRANCISCO FELIPE DA SILVA JUNIOR



0.269.110-8

UFSC-BU

Florianópolis - SC
1996

FRANCISCO FELIPE DA SILVA JUNIOR

**UTILIZAÇÃO DE UMA METODOLOGIA MULTICRITÉRIO NA SELEÇÃO DE
ROTAS PARA LINHAS DE TRANSMISSÃO**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

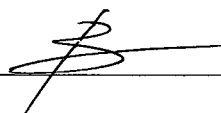
Orientador: Prof. Leonardo Ensslin, Ph.D.

**Florianópolis - SC
1996**

FRANCISCO FELIPE DA SILVA JUNIOR

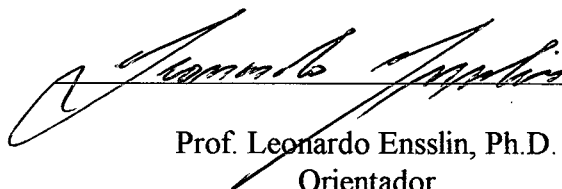
**UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA MULTICRÉRIOS NA SELEÇÃO DE ROTAS
PARA LINHAS DE TRANSMISSÃO**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador

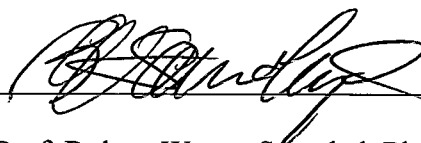
BANCA EXAMINADORA



Prof. Leonardo Ensslin, Ph.D.
Orientador



Prof. Álvaro Guilherme Rojas Lezana, Dr.



Prof. Robert Wayne Samohyl, Ph.D.



Mônica Maria Mendes Luna Detoni, M.Sc.

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Leonardo Ensslin, pela orientação, estímulo e paciência durante a elaboração deste trabalho.
- Aos colegas Gilberto Montibeller Neto e Emerson Corrêa pelas valiosas contribuições.
- Ao “decisor” Guilherme Silveira e toda a sua equipe de trabalho, que mesmo à distância, contribuiriam com seu empenho e transferencia de conhecimento prático, sem os quais esta dissertação jamais seria concluída.
- À CAPES, pelo auxílio através de bolsa de estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1 - O SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO E SUAS	
CARACTERÍSTICAS	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA	2
1.2 PREVISÃO DO MERCADADO	3
1.3 A EXPANSÃO DO SISTEMA ELÉTRICO	4
1.4 O SISTEMA DE TRANSMISSÃO E A QUESTÃO AMBIENTAL	8
1.5 A PRESENÇA DO ESTADO	10
1.6 A COMPETITIVIDADE	11
1.7 MOTIVAÇÃO	12
1.8 OBJETIVO	14
1.9 FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO - PROBLEMA	14
1.10 RELEVÂNCIA DO ESTUDO	15
1.11 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DO MODELO	16
1.12 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	17
CAPÍTULO 2 - CONCEITOS DE UM PROCESSO DE APOIO À DECISÃO	19
2.1 O PROCESSO DE APOIO À DECISÃO	22
2.2 AS REALAÇÕES ENTRE ATORES	27
2.3 OS ATORES E O PROCESSO DECISÓRIO	28
2.3.1 - OS OBJETIVOS DOS ATORES	35

2.4 AS AÇÕES	36
2.4.1 CONCEITO DE AÇÕES	36
2.4.2 TIPO DE AÇÕES	37
2.4.3 AS INTERAÇÕES ENTRE AÇÕES	40
2.4.4 CONSTRUÇÃO DAS AÇÕES	43
2.4.5 AS AÇÕES E OS VALORES DOS ATORES	44
2.5 NOÇÕES DE CARACTERÍSTICA	46
2.6 O FACILITADOR E OS VALORES DOS ATORES	47
2.7 A SUBJETIVIDADE NO PROCESSO DE ESTRUTURAÇÃO	48
2.8 ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS	50
2.9 MAPAS COGNITIVOS	51
2.10 PONTOS DE VISTA	53
2.11 ESTRUTURA ARBORESCENTE	55
2.12 OS DESCRITORES	56
2.13 ESCALAS CARDINAIS	58
2.14 MATRIZ JUÍZO DE VALOR	60
2.15 PREFERÊNCIAS GLOBAIS	60
2.16 PERFIL DE IMPACTO DAS AÇÕES	62
 CAPÍTULO 3 - IMPORTANCIA DAS ESCALAS NA AVALIAÇÃO	 64
3.1 INTRODUÇÃO	66
3.2 ESCALA DE VALOR GLOBAL - UMA ESCALA DE INTERVALOS	68
3.3 ESCALAS DE RAZÕES E DE INTERVALOS	68
3.4 ESCALA DE INTERVALOS	68
3.5 ESCALA DE RAZÕES	71
3.6 INFLUÊNCIA DO INTERVALO DE ESCALA NA DETERMINAÇÃO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO NO MODELO ADITIVO	73
3.7 DETERMINAÇÃO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO ENTRE ÁREAS DE INTERESSE	81

3.8 COMPARAÇÃO ENTRE OS PONTOS DE VISTA FUNDAMENTAIS DE CADA ÁREA DE INTERESSE	82
3.9 DEFINIÇÃO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO DE CADA ÁREA DE INTERESSE	85
3.10 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA TAXA DE SUBSTITUIÇÃO DE UM PONTO DE VISTA	86
 CAPITULO 4 - CONSTRUÇÃO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO NA SELEÇÃO DE ROTAS PARA LTs	 90
4.1 INTRODUÇÃO	90
4.2 MODELO DE AVALIAÇÃO E SEUS OBJETIVO	91
4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE VISTA FUNDAMENTAIS PVFs	104
4.4 OPERACIONALIZAÇÃO DOS PONTOS DE VISTA	105
4.5 DETERMINAÇÃO DAS ESCALAS DE VALOR LOCAL	136
4.6 DETERMINAÇÃO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO	146
4.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS	148
4.8 IDENTIFICAÇÃO DAS AÇÕES POTENCIAIS	148
 5.1 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	 179
5.2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	183

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Variáveis de Previsão do Mercado de Energia Elétrica	4
Figura 2.1 Eixo funcional dos atores	28
Figura 2.2 Os atores	34
Figura 2.3 - Tipos de ações	38
Figura 3.1 - Função de agregação aditiva.	66
Figura 3.2.- Transformação linear para uma escala de intervalos.	70
Figura 3.3.- Exemplo de uma T.L. em uma escala de intervalos	71
Figura 3.4 - Transformação linear para uma escala de razões.	72
Figura 3.5 - Um exemplo de uma T.L. para uma escala de razões.	73
Figura 3.6 - Reconstrução da Escala Para o PVF - Potência.	77
Figura 3.7 - Reconstrução da Escala Para o PVF - Segurança.	78
Figura 3.8 - Reconstrução da Escala Para o PVF - Custo de Aquisição.	78
Figura 3.9 - Representação de um estrutura composta por duas áreas de interesse independentes.	81
Figura 3.10 - Representação da Comparação entre os PVFs.	83
Figura 3.11 - Escala da Atratividade entre os PVFs	83
Figura 3.12 - Representação das Taxas de Substituição Reescalonadas	84
Figura 3.13 - Representação da Estrutura de PVFs Ajustadas para um Modelo Aditivo Único	86
Figura 3.14 - Gráfico da Sensibilidade de uma Ação a em relação a sua Taxa de Substituição K	87
Figura 3.15 - Valor Global da Ação a em Função da Taxa de Substituição k .	89
Figura 4.1 - Mapa cognitivo (1/2)	100
Figura 4.2 - Mapa cognitivo (2/2)	101
Figura 4.3 - Árvore dos pontos de vista fundamentais	103
Figura 4.4 - Identificação dos Estados Possíveis PVF “Condições do Terreno”	106
Figura 4.5 - Identificação dos Estados Possíveis PVF “Comprimento total”	109
Figura 4.6 - Identificação dos Níveis de Impacto dos PVFs não Isoláveis	110
Figura 4.7 - Identificação dos Estados Possíveis PVF “Cruzamentos”	111
Figura 4.8 - Identificação dos Estados Possíveis PVF “Acesso”	115
Figura 4.9 - Identificação dos Estados Possíveis PVF “Paralelismo”	119
Figura 4.10 - Identificação dos níveis do PVF “Reserva Indígena”	122
Figura 4.11 - Identificação dos Estados Possíveis PVF “Área de Vida Animal”	124
Figura 4.12 - Identificação dos Estados Possíveis PVF “Área de Preservação”	126
Figura 4.13 - Identificação dos níveis do PVF “Densidade Populacional”	131

Figura 4.14 - Identificação dos Estados Possíveis PVF “Área de Turismo”	132
Figura 4.15 - Identificação dos Estados Possíveis PVF “Futuros Projetos”	135
Figura 4.16 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Condições do Terreno”	139
Figura 4.17 - Gráfico Função de Valor do PVF “Condições do Terreno”	139
Figura 4.18 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Comprimento total”	139
Figura 4.19 - Gráfico Função de Valor do PVF “Comprimento total”	140
Figura 4.20 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Cruzamentos”	140
Figura 4.21 - Gráfico Função de Valor do PVF “Cruzamentos”	140
Figura 4.22 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Acesso”	141
Figura 4.23 - Gráfico Função de Valor do PVF “Acesso”	141
Figura 4.24 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Paralelismo”	141
Figura 4.25 - Gráfico Função de Valor do PVF “Paralelismo”	142
Figura 4.26 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Reserva Indígena”	142
Figura 4.27 - Gráfico Função de Valor do PVF “Reserva Indígena”	142
Figura 4.28 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Área de Vida Animal”	143
Figura 4.29 - Gráfico Função de Valor do PVF “Área de Vida Animal”	143
Figura 4.30 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Área de Preservação”	143
Figura 4.31 - Gráfico Função de Valor do PVF “Área de Preservação”	144
Figura 4.32 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Densidade Populacional”	144
Figura 4.33 - Gráfico Função de Valor do PVF “Densidade Populacional”	144
Figura 4.34 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Área de Turismo”	145
Figura 4.35 - Gráfico Função de Valor do PVF “Área de Turismo”	145
Figura 4.36 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Futuros Projetos”	145
Figura 4.37 - Gráfico Função de Valor do PVF “Futuros Projetos”	146
Figura 4.38 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Inter PVFs”	147
Figura 4.39 - Avaliação global Alternativas na área de Interesse “Custos”	149
Figura 4.40 - Avaliação global Alternativas na área de Interesse “Técnica”	149
Figura 4.41 - Avaliação global Alternativas na área de Interesse “meio Ambiente”	150
Figura 4.42 - Avaliação global Alternativas na área de Interesse “Sócio-Econômica”	150
Figura 4.43 - Gráfico Análise de sensibilidade Área de Interesse “Custos”	149
Figura 4.44 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Terreno”	150
Figura 4.45 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Comprimento da LT”	151
Figura 4.46 - Gráfico Análise de sensibilidade Área de Interesse “Técnica”	152
Figura 4.47 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Cruzamentos”	153
Figura 4.48 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Acesso”	156

Figura 4.49 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Paralelismo”	157
Figura 4.50 - Gráfico Análise de sensibilidade Área de Interesse “Meio Ambiente”	158
Figura 4.51 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Reserva Indígena”	159
Figura 4.52 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Área de Vida Animal”	160
Figura 4.53 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Área de Preservação”	161
Figura 4.54 - Gráfico Análise de Sensibilidade Área de Interesse “Sócio-Econômica”	162
Figura 4.55 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Densidade Populacional”	162
Figura 4.56 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Área de Turismo”	163
Figura 4.57 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Futuros Projetos”	163
Figura 4.58 - Gráfico Mapa de Dominância Áreas “Custo x Técnica”	164
Figura 4.59 - Gráfico Mapa de Dominância Áreas “Custo x Meio Ambiente”	165
Figura 4.60 - Gráfico Mapa de Dominância Áreas “Custo x Sócio-Econômico	166
Figura 4.61 - Diferença de Pontuação entre LT1 e Nível Bom em Todos PVFs	167
Figura 4.62 - Diferença de Pontuação entre LT1 e Nível Neutro em Todos PVFs	168
Figura 4.63 - Diferença de Pontuação entre LT2 e Nível Bom em Todos PVFs	169
Figura 4.64 - Diferença de Pontuação entre LT2 e Nível Neutro em Todos PVFs	170
Figura 4.65 - Diferença de Pontuação entre LT3 e Nível Bom em Todos PVFs	171
Figura 4.66 - Diferença de Pontuação entre LT3 e Nível Neutro em Todos PVFs	172
Figura 4.67 - Diferença de Pontuação entre LT1 e Melhor Nível em Todos PVFs	173
Figura 4.68 - Diferença de Pontuação entre LT2 e Melhor Nível em Todos PVFs	174
Figura 4.69 - Diferença de Pontuação entre LT3 e Melhor Nível em Todos PVFs	175
Figura 4.70 - Diferença de Pontuação entre LT1 e LT2 em Todos PVFs	176
Figura 4.71 - Diferença de Pontuação entre LT1 e LT3 em Todos PVFs	177
Figura 4.72 - Diferença de Pontuação entre LT2 e LT3 em Todos PVFs	178
Figura 4.73 - Avaliação Global das Alternativas em todas as Áreas de Interesse	178

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Consumo brasileiro de energia elétrica em (GWh)	4
Tabela 1.3 - Programa Decenal 1990-1999 Déficit Percentual Anual de energia Elétrica	6
Tabela 1.4 - Expansão de Linhas de Transmissão - em km.	6
Tabela 3.1 - Impacto das Ações nos Pontos de Vista Fundamentais.	75
Tabela 3.2 - Avaliação Global das Alternativas.	76
Tabela 3.3 - Avaliação Global das Ações Após a Retirada do Carro3 da Análise.	79
Tabela 3.4 - Reavaliação Global das Ações Com as Taxas de Substituição Corretas.	80
Tabela 4.1 - Identificação das Ações Possíveis do PVF ₁ “Condições do Terreno “	107
Tabela 4.2 - Identificação dos Níveis de Impacto do PVF ₁ “Condições do Terreno	107
Tabela 4.3 - Descritos do PVF ₁ “Condições do Terreno	108
Tabela 4.4 - Descritos do PVF ₂ “Comprimento total”	110
Tabela 4.5 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF ₃ “Cruzamentos”	112
Tabela 4.6 - Identificação dos Níveis de Impacto do PVF ₃ “Cruzamentos”	113
Tabela 4.7 - Descritos do PVF ₃ “Cruzamentos”	114
Tabela 4.8 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF ₄ “Acesso”	116
Tabela 4.9 - Identificação dos Níveis de Impacto do PVF ₄ “Acesso”	117
Tabela 4.10 - Descritos do PVF ₃ “Acessos”	119
Tabela 4.11 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF ₅ “Paralelismo”	120
Tabela 4.12 - Identificação dos Níveis de Impacto do PVF ₅ “Paralelismo”	120
Tabela 4.13 - Descritos do” PVF ₅ “Paralelismo”	121
Tabela 4.14 - Descritos do PVF ₅ “Reserva Indígena”	123
Tabela 4.15 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF ₇ “Vida animal”	125
Tabela 4.16 - Identificação dos Níveis de Impacto do PVF ₇ “Vida animal”	125
Tabela 4.17 - Descritos do PVF ₇ “Área de Vida Animal”	125
Tabela 4.18 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis PVF ₈ “Área Preservação”	127
Tabela 4.19 - Identificação dos Níveis de Impacto do PVF ₈ “Área de Preservação	128
Tabela 4.20 - Descritos do PVF ₈ “Área de Preservação”	130
Tabela 4.21 - Descritor do PVF ₈ “Densidade Populacional”	131
Tabela 4.22 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF ₁₀ “Área de Turismo”	132
Tabela 4.23 - Identificação dos Níveis de Impacto do PVF ₁₀ “Área de Turismo”	133
Tabela 4.24 - Descritor do PVF ₁₀ “Área de Turismo”	134
Tabela 4.25 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF ₁₁ “Futuros Projetos”	136

Tabela 4.26 - Identificação dos Níveis de Impacto do PVF ₁₁ “Futuros Projetos”	136
Tabela 4.27 - Descritor do PVF ₁₁ “Futuros Projetos”	137
Tabela 4.28 - Ordenação dos Pontos de vista	146
Tabela 4.30 - Identificação das Taxas de Substituição “Inter-PVFs”	147
Tabela 4.31 - Identificação dos Níveis “Bom e Neutro” das Ações Potenciais”	147
Tabela 4.32 - Identificação das Ações Fictícias	148

RESUMO

Durante muitos anos, mesmo após o surgimento da pesquisa operacional, a abordagem monocritério era conhecida como a única ferramenta de apoio a decisão. Livros publicados no final da década de 50 e início da década de 60, já expressavam as idéias de uma abordagem multicritérios, ao afirmar ser preciso levar em consideração o maior numero possível de objetivos necessários na determinação da ação mais adequada. O surgimento dos métodos ELECTRE em 1965, veio facilitar a introdução destes critérios múltiplos de caracter qualitativo e quantitativo, nas soluções de problemas concretos e específicos (Roy e Vanderpooten [1996].)

A necessidade de agregar ao processo decisório aspectos socio-econômicos, organizacionais e os valores do decisor, tem no método MACBETH um suporte valioso, no auxilio à construção das escalas cardinais de valores, tomando como base julgamentos subjetivos de diferença de atratividade de decisor. Cabe ao facilitador do processo de apoio a decisão, auxiliar o decisor na construção da escala de valores, uma vez que, o decisor pela limitações da condição de humano, teria dificuldade em expressar seus julgamento de valor em relação a um conjunto amplo de ações potenciais (pontos de vista) diretamente na forma de uma escala cardinal representativa.

Este trabalho descreve a utilização de um modelo multicritérios na seleção do melhor traçado para linhas de transmissão. A seleção do traçado pela complexidade e abrangência dos fatores envolvidos, são necessárias considerações de caracter ambientais, técnicos, financeiros dentre outros. Esta diversificação caracteriza uma situação decisional onde existem vários atores envolvidos e seus diferentes pontos de vista, diferentes centros de decisão e interesses envolvidos, adequada a utilização da metodologia de multicritérios

ABSTRACT

Even after the operational research emerging, for many years the monocriteria approach was still considered the only decision aid tool available. Books published in the late 50's and early 60's already expressed the ideas of a multicriteria approach, when called on the attention to the need of bringing into a decision process, as many objectives as possible, in order to determine the most efficient course of action. The birth of the ELECTRE methods in 1975, easier the introduction of these qualitative and quantitative criterias, into a decision aid process, (Roy e Vanderpooten [1996].).

The need of facing not only the decision maker value set but also social, economic and organizational aspects, has found on MACBETH methodology a valuable allied, able to help on cardinal value scale building up, using the differences of attractiveness among the criterias as a subjective judgment base of the decision maker. It's addressed than, to the facilitator of the decision aid process the task of helping on creating the value scales.

This work describes a multicriteria decision aid model, used to select the best route for power lines. A route selection due to its many and complex aspects involved, it's also necessary to take into consideration technical, environmental and financial matters. This wide set of judgment criterias, already self characterizes a decision aid process, in which a multicriteria methodology support applies.

CAPÍTULO 1

SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO E SUAS CARACTERÍSTICAS

1.1 INTRODUÇÃO

O sistema elétrico brasileiro, constituído na sua grande maioria por um parque gerador hidrelétrico de grande porte, destinado a prover de energia diferentes regiões geográficas, através de conexões entre sistemas devido as suas características particulares, torna-se necessário um planejamento com horizontes de longo prazo, uma vez que o aproveitamento hidrelétrico das bacias hidrográficas não inventariadas e o desenvolvimento de novas tecnologias de transmissão de grandes blocos de energia a longa distância exigem intervalos consideráveis entre sua idealização e as primeiras ações para sua consolidação. Os efeitos destas ações irão contribuir com o aumento real da capacidade do sistema cerca de 20 ou 30 anos após sua idealização.

Tomada a decisão de iniciar as obras de uma usina geradora de grande porte e do seu sistema de distribuição, o aumento real da capacidade do sistema será efetivo em um prazo mínimo de aproximadamente 8 anos. Isto implica analisar as condições de atendimento ao mercado consumidor com antecedência de 15 anos, para possibilitar a tomada de decisões adequadas de modo a garantir este atendimento.

Dentre estas etapas do planejamento do setor elétrico, pode ser definida como *estratégica* aquela em que são relacionadas as possíveis ações, em face de diferentes cenários de crescimento do consumo de energia elétrica, para no futuro atender o consumidor final por meio de um sistema confiável, a um custo mínimo. Em uma segunda etapa, são definidas as *táticas* com o objetivo de minimizar os custos de operação do sistema idealizado na etapa estratégica, adequada à confiabilidade desejada pelo consumidor.

Desta forma o planejamento do setor elétrico se caracteriza por duas etapas em sequência: Planejamento da Expansão do Sistema - Estratégica, e Planejamento e Programação de Operação do Sistema - Tática.

Os estudos necessários à expansão do setor elétrico estão ligados à natureza das decisões necessárias em cada etapa do processo de planejamento, tendo como meta o atendimento ao consumidor final. A solução de cada etapa significa a obtenção de respostas específicas, envolvendo a utilização dos meios necessários ao estabelecimento das considerações e dos critérios de avaliação de modo adequado ao atendimento, expansão e operação do sistema.

1.2 O MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA

A constatação de um futuro déficit na oferta de energia elétrica tem como consequência imediata decisões de longo prazo, que envolvem desembolsos financeiros, cujos efeitos só se materializam após décadas, motivo pelo qual vêm sendo exigidas mudanças profundas no planejamento do setor.

No final dos anos 80, a constatação de grandes diferenças entre os valores orçados e realizados, que são importantes variáveis de decisão no setor energético e, principalmente, as discrepâncias das previsões de consumo, conduziram à necessidade de novas metodologias de planejamento, capazes de incorporar subjetividade e incertezas à análise final, uma vez que a participação do fator custo na tomada de decisão é tanto menor quanto mais longínquo for o horizonte de planejamento.

A incorporação da subjetividade na definição das estratégias permite ações de natureza ampla e abrangente, de caráter imediato ou não e, ainda, permite a reformulação das demais ações nos próximos ciclos do processo de tomada de decisão, sem que tal procedimento venha a comprometer os resultados obtidos, para a situação decisional em questão.

1.3 PREVISÃO DO MERCADO

A previsão do consumo de energia elétrica tem como suporte considerações que avaliam a evolução das variáveis que interferem no consumo, e que são premissas básicas acompanhadas permanentemente. Essas variáveis são determinadas principalmente pelo desempenho da economia, pela política de preços pago pelo consumidor final, políticas de racionalização do uso da energia e, a curto prazo, por uma variável de estoque, relacionada ao nível de consumo da economia, atrelado a uma série de fatores, tais como estrutura produtiva, grau de urbanização e características técnicas dos eletrodomésticos.

Em algumas circunstâncias, as relações de mercado de energia elétrica podem ser mascaradas, visto que a atividade econômica é o principal determinante, seguida pela política de preços ao consumidor final, políticas explícitas de racionalização do uso de energia, preços dos energéticos usados em outras atividades de geração, autogeração e crescimento populacional.

As previsões da Eletrobras para o mercado de energia elétrica para as próximas décadas, Plano 2015, foram elaboradas tendo por base hipóteses e parâmetros de consumo, que irão originar um cenário alternativo, com diferentes níveis de incerteza, estabelecendo possíveis trajetórias para a demanda e avaliando a participação das diferentes fontes. Desta forma, a previsão do mercado é feita com base em seis áreas diferentes conforme figura 1.1.a seguir.

O comportamento das variáveis parte das hipóteses assumidas pela evolução dos vários cenários do setor, que desta forma procura identificar a trajetória de consumo que, devido às incertezas geradas pela falta de uma política econômica de longo prazo, traz como consequência a utilização de cenários bastante diferentes, de modo a captar todas as possíveis variações na formulação das estratégias para atender o mercado, em expansão (*ver figura 1.1*).

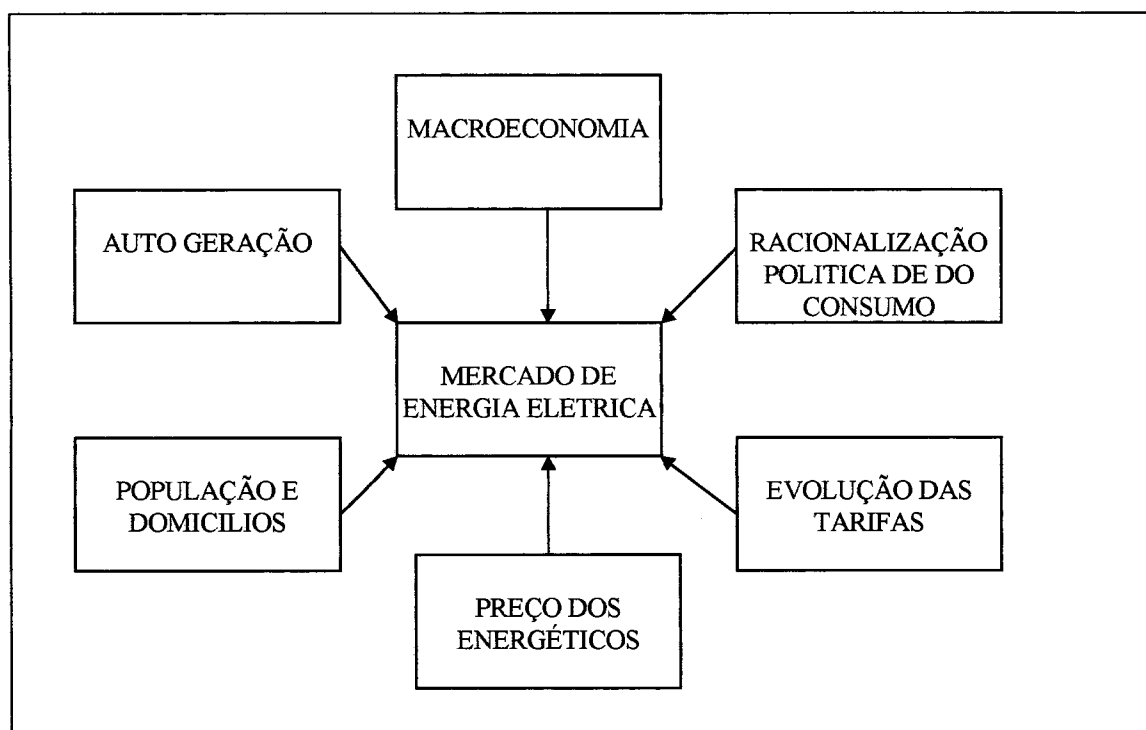


Figura 1.1 - Variáveis de Previsão do Mercado de Energia Elétrica.

1.4 A EXPANSÃO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

Como já comentado anteriormente, o sistema elétrico brasileiro apresenta a particularidade de ter um parque gerador predominantemente hidrelétrico, a grandes distâncias dos centros consumidores.

Para viabilizar o atendimento da demanda crescente desse parque consumidor, (ver tabela 1.1) o sistema de transmissão evoluiu de simples linhas de transmissão dispostas em troncos radiais, partindo das fontes geradoras individualmente, para configuração atual, mais complexa, constituída por malhas regionais interligadas de modo a integrar as fontes geradoras aos centros de consumo.

1990	1991	1992	1993	1994	1995 ate Jul.
205.354	214.666	218.635	227.043	235.420	144.546

Tabela 1.1 - Consumo brasileiro de energia elétrica em (GWh)

Fonte: Eletrobras SIESE - 1995

Questões relacionadas à implantação de linhas de transmissão futuras a longa distância, como as projetadas para reforçar o fornecimento de energia da Região Norte para o atendimento ao mercado das Regiões Nordeste e Sudeste, avaliação da relação custo e benefício, a necessidade de considerações mais amplas dos impactos ambientais exigidos pelos agentes financeiros internacionais, os benefícios sociais proporcionados, as restrições financeiras e o tratamento das incertezas são aspectos novos que precisam ser incorporados às análises

De maneira geral, no que diz respeito ao planejamento da expansão dos sistemas de transmissão, os métodos de trabalho e o ferramental composto por modelos e programas computacionais têm-se mostrado adequados até então, muito embora, nos dias atuais, diante das complexidades que envolvem as tomadas de decisão específicas do setor, atuais e futuras, os problemas com planejamento demonstram claramente a urgente necessidade de métodos adequados de apoio à decisão.

Os sucessivos cortes de orçamento, as reduções dos investimentos, os adiamentos nos cronogramas de obras do setor têm contribuído para a deterioração do sistema de transmissão com prejuízo do atendimento aos consumidores. Determinadas áreas do setor já apresentam condições críticas de operação, enquanto as demais apresentam reduzidas margens de tolerância. A tabela 1.3 demonstra o déficit percentual de energia estimado pelo plano decenal 1990-1999, sendo 5% o valor máximo aceitável pelo padrão Eletrobras. O risco ao abastecimento não é mais crítico devido à retração da atividade econômica verificada nos últimos anos, de acordo com a Eletrobras.

O cronograma de obras necessárias para suprir o déficit previsto pelo Plano Decenal 1990-1999 vem sendo continuamente atualizado, de modo a compatibilizar o programa de expansão do sistema de transmissão com os cortes do passado. A urgência em manter satisfatório o atendimento aos consumidores, se deve à atividade industrial, e às projeções para os próximos anos, de modo a minimizar as precárias condições de suprimento atual, em curto prazo.

	SUL	SUDESTE	NORTE	NORDESTE	BRASIL
1990	0	0	0	1	1
1991	0	0	1	1	2
1992	1	1	2	2	6
1993	1	2	6	6	15
1994	4	5	10	11	30
1995	4	6	6	6	22
1996	4	5	5	5	19
1997	3	5	3	5	16
1998	2	4	4	4	14
1999	2	3	3	3	11

TABELA 1.3 - Programa Decenal 1990-1999 Déficit Percentual Anual de energia Elétrica
Fonte: - Eletrobras, 1989

A tabela 1.4 apresenta, um resumo dos quilômetros de linhas necessários à expansão do sistema de distribuição para atender eficientemente a demanda de energia elétrica nesta década.

	NORTE	NORTE / NORDESTE	SUDESTE / CENTRO-OESTE / SUL	TOTAL BRASIL
1996	-	1829	625	2454
1997	-	225	661	886
1998	85	-	432	517
1999	-	-	1080	1080

TABELA 1.4 - Expansão de Linhas de Transmissão - em km.
Fonte: - Plano Decenal 1990-1999 - Eletrobras, 1989

De modo geral, o estudo e planejamento da expansão do sistema de transmissão se processa entre áreas distintas: área de planejamento, de engenharia e de desenvolvimento tecnológico. A área de planejamento avalia a compatibilidade entre o mercado e a geração. A área de engenharia avalia os elementos componentes do sistema,

estando diretamente ligada à questão dos impactos ambientais provocados pelos projetos. A área de desenvolvimento tecnológico, tem como objetivo principal o aperfeiçoamento de todo o processo.

O planejamento da expansão do sistema concentra sua atenção, principalmente, na formulação de hipóteses e alternativas, ensaios elétricos do sistema, estudos de viabilidade econômica, avaliação final do projeto e seleção das alternativas de expansão.

Para que as alternativas e hipóteses formuladas sejam viáveis, estas são realizadas com base em objetivos previamente estabelecidos. Nos estudos de longo prazo, com grande número de possíveis alternativas, devido a fatores anteriormente mencionados, são utilizados métodos de simulação e síntese de redes capazes de agilizar o processo de formulação e análise das alternativas.

Após identificadas as possíveis alternativas de expansão, realizam-se os ensaios elétricos utilizando, como ferramental, software de fluxo de potência, ensaios de estabilidade de rede, curto-circuito e transitórios eletromagnéticos, de modo a adequar as alternativas aos critérios técnicos exigidos.

Na etapa que se segue aos de estudos de viabilidade econômica, são selecionadas as alternativas que apresentam os custos totais, neles incluídos os investimentos e os custos de perdas diversas.

Nas análises de curto prazo, o desembolso é levado em consideração devido ao seu caráter imediato. A seleção da alternativa mais adequada de expansão é realizada a partir de uma análise de custos definida na etapa anterior, baseadas na relação custo-benefício. Os custos totais são identificados como fatores associados aos investimentos, onde estão incluídos os gastos com operação e manutenção do sistema em análise. Os benefícios estão associados à redução da geração térmica, redução de perdas ativas por obsolescência do sistema em uso e redução do montante de energia que deixa de ser fornecida ao consumidor, que representa perdas de faturamento para a concessionária, causados por falhas no sistema de transmissão.

1.5 O SISTEMA DE TRANSMISSÃO E A QUESTÃO AMBIENTAL

Com a crescente conscientização da importância da questão ambiental mundial, bem como o interesse das concessionárias em preservar sua boa imagem junto aos consumidores, ou ainda por pressões das instituições financeiras internacionais que financiam o setor elétrico, as atividades de implantação e operação que possam ter como consequências imediatas a degradação do meio ambiente nos últimos anos têm sido objeto de grande número de estudos pelos órgãos filiados à Eletrobras. O impacto da destruição da cobertura vegetal na implantação de um sistema de distribuição, dentre outros, pode comprometer os recursos naturais disponíveis em determinada microregião.

A implantação ou expansão dos empreendimentos de energia elétrica tem repercussões sócio-econômicas expressivas, algumas positivas e outras negativas, sobre a região onde se situam. Tais fatores, ligados à necessidade de mão-de-obra na implantação do sistema de distribuição, ou ainda, à implantação de unidades industriais localizadas em áreas com fornecimento de energia elétrica em condições adequadas, estimulam a imigração de trabalhadores atendendo a demanda por mão-de-obra ou o aumento da atividade econômica local. A médio prazo, tais impactos são considerados benéficos pela geração de novos empregos diretos, ou indiretos, e pela geração de renda que proporciona ativando a economia local. No entanto, a curto prazo, até mesmo durante a implantação do projeto, poderão acarretar aumento na demanda por serviços locais, em especial serviços de saúde e educação, para cujo atendimento os órgãos responsáveis freqüentemente não estão preparados e encontram dificuldade na adaptação ao ritmo da demanda por serviços, que ao longo do tempo tende a se aproximar de uma distribuição normal.

Dependendo do grau e das circunstâncias do projeto, os impactos ambientais sobre a cobertura vegetal, anteriormente comentados, podem ter repercussões sobre atividades produtivas locais, como a agricultura, as atividades extrativas florestais e minerais, a pesca e outras, dependentes do tipo dos recursos hídricos e da vegetação local. Mais preocupante ainda são os impactos causados sobre as populações indígenas, que em alguns casos necessitam de relocação, traduzidos em elevados custos com

indenização paga ao órgão responsável pela administração das reservas; os impactos ambientais com custos imponderáveis, ou ainda rupturas sociais e perdas culturais, de difícil avaliação e potencialmente relevantes na avaliação da melhor locação do sistema de transmissão.

De acordo com relatórios da Eletrobras, durante a fase de audiência pública destinada a análise e discussão dos projetos de geração e transmissão, com os grupos sociais direta ou indiretamente atingidos pelos projetos, tem se verificado, ultimamente, a ênfase na negociação de medidas compensatórias nos casos em que não é possível a reparação de perdas ocorridas, e tem sido apontado como um mecanismo adequado de resolução de conflitos de interesse. Tanto populações atingidas quanto órgãos de licenciamento ambiental estão incorporados ao processo de discussão e negociação no diálogo com as concessionárias acerca da adequação do projeto.

As mudanças em curso na identificação e no reconhecimento dos impactos ambientais são significativas. Também são crescentes as atenções com relação às perdas da biodiversidade e às alterações das funções reguladoras dos ecossistemas. No entanto, são grandes as incertezas quanto ao futuro, em termos das reais mudanças que esses impactos efetivamente poderão ocasionar, quer advindo de diferentes fontes de geração e seus sistemas de distribuição, ou devido ao real valor que a sociedade atribui ou, ainda, devido à dificuldade de apropriação dos conhecimentos atualmente disponíveis, referentes a esses impactos nas etapas de planejamento e de expansão dos sistemas de suprimento de energia elétrica.

Nos últimos anos o setor elétrico brasileiro tem sido objeto de amplos debates, sem que se possa prever, de modo claro, qual a direção a ser seguida no futuro. As questões referentes ao suprimento de energia elétrica à sociedade afetam todos os setores produtivos da economia. Da produção ao consumo, estão envolvidos diferentes agentes econômicos, mobilizando uma parcela expressiva dos recursos financeiros, humanos e naturais, disponíveis no país. Para reformulação do setor elétrico, destacam-se as questões recentes referentes à legislação que rege o setor, cuja análise coloca em

evidência alguns dos principais temas que devem ser equacionados em uma possível reformulação do quadro regulador do setor.

Entre os temas em foco, incluem-se a questão da regulamentação das concessões públicas, de acordo com o previsto na Constituição Federal de 1988, e algumas propostas de novos modelos institucionais para o setor, como uma saída para a crise financeira das concessionárias, que vem colocando em risco a capacidade do setor de se autofinanciar, e que, segundo estudos, se deve à incapacidade do modelo atual de atender as próprias necessidades, principalmente no que se refere a uma política tarifária adequada (regulamentada pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, em cumprimento ao Código das Águas de 1934).

1.6 A PRESENÇA DO ESTADO

A limitação da entrada ou da saída de empresas na exploração do setor, a definição das tarifas, a qualidade do serviço oferecido à população, a determinação das condições de venda e níveis de lucro são atividades regulamentadas pelo governo, tanto na esfera federal quanto estadual ou municipal, sendo frequentemente fragmentada e nem sempre correspondendo a uma visão integrada do sistema econômico.

No caso do setor elétrico brasileiro, a crise financeira e a inadequação do sistema tarifário, por um lado, e a necessidade de ampliar os níveis de eficiência na economia em geral via maiores estímulos à competição, por outro, têm provocado um grande questionamento sobre a adequação da regulamentação existente, assim como sobre a intervenção do Estado.

As tarifas estipuladas pelo Código de Águas caracterizam uma forma típica de regulamentação e servem de instrumento de controle que tem por objetivo evitar lucros exagerados em atividades monopolistas. O controle do Estado sobre as empresas do setor elétrico pode ser visto, ainda como uma forma de ação para limitar o lucro do setor em benefício do usuário final. Entretanto, a composição destes dois mecanismos na

organização do setor elétrico brasileiro levou a uma formação de lucros reduzida, incompatível mesmo com as necessidades de expansão do próprio sistema, devido à falta de independência da agência reguladora suscetível a pressões e interferências políticas.

1.7 A COMPETITIVIDADE

Um dos temas centrais que deve direcionar futuros debates sobre qualquer mudança na regulamentação do setor elétrico é a busca por um aumento do grau de competitividade entre as empresas que atuam nos diversos segmentos do setor. Este estímulo é traduzido em redução de custos, e em aumento de eficiência e de qualidade dos serviços prestados aos consumidores.

Competitividade entre empresas produtoras de bens e de serviços idênticos ou assemelhados é uma idéia amplamente difundida nos dias de hoje. Entretanto, historicamente, ela só foi identificada como consequência da disputa do mesmo mercado por empresas detentoras dos mesmos produtos ou similares.

No caso da energia elétrica, embora com características de monopólio natural, é possível repensar o setor pela introdução parcial da concorrência em alguns segmentos, de modo a obter um nível de competição entre empresas de geração e/ou distribuição. No caso da transmissão, a competição direta é geralmente mais difícil de alcançar, devido à necessidade de fracionamento do sistema entre diferentes empresas.

Outra maneira de estimular a competitividade do setor seria a divisão do setor por atividades: geração, transmissão e distribuição. Apesar de simples, esta concepção necessita de estudos mais detalhados da lógica empresarial e das suas possíveis consequências ao consumidor final. Ou ainda: estimular a competitividade entre as concessionárias, por meio de licitações, estimulando as empresas à disputa de forma direta do mercado da construção e da prestação de serviços.

O Sistema Elétrico Brasileiro em operação há mais de 25 anos, encontra-se em fase adulta, no limiar de seu envelhecimento, tornando imprescindível a adoção de ações que propiciem o gerenciamento desse sistema com o objetivo de retardar o processo, com a extensão da expectativa da vida útil.

Assim, o setor enfrenta a problemática referente aos desafios para um futuro próximo, abrangendo a eficácia da operação do sistema de transmissão, com instalações envelhecidas ou obsoletas pela evolução tecnológica. A desregulamentação do setor com a participação da iniciativa privada, a escassez de recursos, tornando cada vez mais necessária a participação do capital internacional em projetos futuros, as pressões da sociedade que exige respeito aos fatores ambientais, e o crescimento do consumo, dentre outros, são cenários que, com suas variações, deverão ser enfatizados e considerados nas futuras decisões para o sistema elétrico brasileiro.

1.8 MOTIVAÇÃO

O objetivo de um sistema de geração, transmissão e distribuição de eletricidade é atender as necessidades dos consumidores ao mínimo custo, com um nível satisfatório de confiabilidade e qualidade. Para que tal objetivo seja alcançado, as empresas concessionárias dos serviços de energia elétrica procuram ressaltar a importância de utilizar programas de priorização de obras, de modo a atender a demanda crescente, dentro de um cenário de escassez de recursos para o setor.

As principais alternativas de futuras expansões caracterizadas por linhas de transmissão de grande porte, destinadas à transmissão de grandes blocos de energia a grandes distâncias, destacam a necessidade de identificação das regiões atravessadas pelas linhas de transmissão e os potenciais impactos sócio-econômicos e ambientais, que deverão ser analisados de forma simultânea. Esses estudos incluem possíveis alternativas para atender centros de cargas e para eliminar esses impactos, (ou pelo menos tentar reduzi-los) através de alteração de rotas das linhas das transmissão, possíveis pela flexibilização da locação dos sistemas.

A política ambiental do Banco Mundial, instituição financiadora do sistema elétrico brasileiro, promulgada em março de 1989, condiciona a participação do Banco à observação dos fatores sócio-econômicos e ambientais na elaboração de projetos com opções de custo social e de meio ambiente mínimos. Planos fora dessas especificações terão de ser reformulados ou realizados sem apoio do Banco Mundial.

A falta de uma metodologia capaz de incorporar à análise de projetos fatores subjetivos e as modificações estruturais no setor para diminuir a presença do Estado, (facilitando a participação da iniciativa privada nos investimentos) resulta em obras que extrapolam as estimativas iniciais, que, devido à escassez de recursos, encontram na concessão de exploração das linhas construídas o único meio de remunerar o capital privado investido.

Foi diante destas constatações que o presente trabalho foi elaborado e está sendo apresentado. Embora o enfoque central seja introduzir uma nova metodologia que lida com fatores subjetivos necessários a futuras análises na locação do sistema de transmissão, os conceitos e métodos apresentados são aplicáveis em vários problemas de planejamento do setor elétrico, onde os cenários de incerteza e a subjetividade das ações estão presentes, substituindo de maneira adequada o método de Saaty (AHP) ora em uso, restrito a avaliar, por comparação, empreendimentos em diferentes regiões geográficas.

Considerando a complexidade do sistema elétrico e os interesses envolvidos no setor, não é de se admirar que qualquer sugestão a mudanças encontre resistências e se processe de modo lento devido a existência de múltiplos centros de decisão, motivados por interesses que, embora certamente complementares, são em algum grau também competitivos com diferentes idéias sobre métodos e critérios de planejamento e operação.

1.9 OBJETIVOS

O trabalho de pesquisa foi estruturado objetivando construir um modelo com base em uma metodologia multicritério em apoio à decisão, a ser utilizado como ferramental na escolha da melhor rota para os futuros sistemas de transmissão, de acordo com normas construtivas e especificações padrão para linhas de transmissão e escolha e implantação de traçados da Eletrobras. Os critérios usados na avaliação enfocam não só os fatores econômicos, que, como anteriormente comentados, têm sua importância ligada ao horizonte de planejamento, mas também aspectos subjetivos inerentes à análise necessária à escolha do traçado. Desta forma, os objetivos do trabalho são:

- identificar os critérios e procedimentos na avaliação, escolha e implantação de rotas para linhas de transmissão;
- caracterizar a relevância desses critérios e a incorporação à análise do projeto, prestigiando as normas construtivas;
- estruturar e avaliar o problema, prestigiando todos os critérios previamente estabelecidos segundo o grau de importância;
- validar o modelo, através de uma análise de sensibilidade;
- sugerir modificações da atual metodologia usada na análise e avaliação de rotas para linhas de transmissão.

1.10 FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO - PROBLEMA

Na sua grande maioria, os impactos causados por um empreendimento do setor elétrico não são corretamente avaliados devido a sua complexidade. Tais impactos são posteriormente amenizados mediante compensação monetária, incorporada ao custo do projeto, gerando uma diferença significativa entre o orçado e o realizado, tendo em vista

o modo restrito como são estimados em termos financeiros ou em termos das ações necessárias a seu equacionamento.

No entanto, apesar do reconhecimento da necessidade de um tratamento adequado dos impactos sócio-ambientais decorrentes da execução dos projetos do setor elétrico, este ainda não alcançou estágio de utilização plena de uma metodologia compatível com exame e apropriação dos custos advindos das ações de natureza sócio-ambientais, no que se refere às possíveis alternativas ou flexibilidade dos projetos em análise. Este fato é devido principalmente à prática comum de abordar a questão ambiental e social de modo holístico, impossibilitando maior precisão e rigor das análises.

Neste sentido, vale ressaltar que nos dias atuais, apesar do desenvolvimento das metodologias em apoio à decisão, em face da necessidade de expandir o sistema de distribuição de energia, o setor elétrico ainda se ressentir da falta de uma metodologia científica adequada, capaz de justificar de modo inquestionável as decisões; apesar da existência de normas que norteiam a seleção dos traçados indicando quais os critérios de avaliação a serem considerados.

1.11 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A necessidade de incorporar fatores tangíveis e intangíveis à análise é um ponto de vital importância na avaliação do traçado de um sistema de transmissão. A existência de normas técnicas e legislação ambiental específica são marcos delimitadores das ações necessárias ao controle e implantação do projeto. Assim, ao incorporar todos esses fatores, o setor estaria apto a quantificar de modo adequado o impacto das várias ações.

A busca pelo aprimoramento dos métodos de análise de projetos atualmente em uso pelo setor tem sido preocupação constante e crescente nos últimos anos. Artigos publicados pelo Grupo de Trabalho Custos e Meio Ambiente - COMAE, bem como

artigos apresentados no último Seminário Nacional Bianual de Produção e Transmissão de Energia Elétrica traduzem esta preocupação do setor.

Esses trabalhos expõem de modo unânime e inequívoco a busca por uma solução plausível e adequada, que venha a permitir a incorporação dos fatores subjetivos, muito embora tal metodologia ainda não seja de domínio dos grupos de trabalho dedicados ao estudo e à análise dos projetos.

A principal vantagem de incorporação dos fatores intangíveis na avaliação de projetos é a possibilidade de identificar, de modo significativo, as diferenças entre alternativas e que, na grande maioria das vezes, são negligenciadas nos métodos tradicionais de análise de projetos, uma vez que sem o auxílio de uma metodologia científica adequada, o que se verifica é a exclusão de fatores importantes pela incapacidade humana de prestigiar simultaneamente e de modo preciso e imparcial mais do que nove critérios de avaliação (Miller, 1955). Desta forma, tem a decisão final um caráter particular restrito ao modo de analisar do ator com mais experiência no grupo de decisão.

1.12 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DO MODELO

O trabalho foi estruturado de modo a facilitar a compreensão das etapas necessárias à construção de um modelo multicritério em apoio à decisão utilizado na seleção de rotas para linhas de transmissão. Desta forma, na elaboração do modelo o decisor, declarou ser seu objetivo prestigiar, do modo abrangente, todas as normas técnicas construtivas do padrão Eletrobras, bem como a legislação ambiental específica na seleção do melhor traçado de um sistema de transmissão em implantação ou expansão. As etapas que compõem a construção do modelo multicritério ensejam;

- identificar os elementos primários de avaliação, necessário na fase de estruturação do modelo de avaliação adequado à análise do projeto;

- criar um modelo capaz de apreciar todas as possíveis ações necessárias à seleção e implantação de uma linha de transmissão, em concordância com as normas técnicas e construtivas e a legislação ambiental e florestal vigente;
- propiciar, através de uma abordagem construtivista, melhor compreensão do problema pelos atores, servindo desta forma de agente catalisador do aprendizado;
- identificar as possíveis ações potenciais, auxiliando desta forma na correta avaliação, análise e tomada de decisão.

1.13 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura do trabalho assim como a disposição dos itens foram idealizados de modo a refletir as diretrizes enunciadas, dispostas como indicadas a seguir.

O primeiro capítulo faz uma apresentação do sistema elétrico brasileiro, suas características, metas e objetivos, restrições financeiras, e a necessidade de atingir um grau de competitividade compatível com o projetos de privatização dos serviços públicos em um futuro próximo.

No segundo capítulo, após uma breve introdução, é feita uma revisão do processo de apoio à decisão, descrevendo as fases de estruturação e avaliação de uma situação decisional.

O terceiro capítulo traz uma apreciação da problemática da construção de escalas, bem como a importância das escalas na fase de avaliação do problema.

O quarto capítulo apresenta uma aplicação prática da metodologia multicritério na seleção de rotas para linha de transmissão, incorporando à análise as especificações construtivas da concessionária e o sistema de valores do decisor.

Finalizando, o último capítulo, com os comentários do decisor sobre a metodologia, e as conclusões e recomendações do facilitador para futuros trabalhos.

CAPÍTULO 2

CONCEITOS DE UM PROCESSO DE APOIO A DECISÃO

As metodologias multicritério têm como objetivo a identificação precisa de situações decisoriais complexas, atores e seus problemas. A tomada de decisão não está diretamente relacionada a um único critério de apreciação do problema, mas a um conjunto de variáveis e critérios conflitantes como características das ações e sistema de valores dos atores.

Pesquisas neste sentido originaram a Escola Européia de Multicritério de Apoio à Decisão, que se distingue da Escola Americana por características que lhe são peculiares ao buscar a:

- conceber conceitos, algoritmos e procedimentos em uma perspectiva de apoio a decisão, inseridos no processo decisório, tomando por base as convicções dos atores, que além de revelar uma preferência ótima ou pre-existente inerente ao sistema de valores dos atores;
- levar em conta imprecisões, incertezas e a natureza mal definida das ações, usar o conceito de veto, em vez de conceitos estatísticos ou de distribuição probabilística. Tal enfoque introduz o conceito de pseudo-critério, mais abrangente do que o conceito de critério;
- tratar a importância relativa dos diferentes critérios ou pseudo-critérios em questões habituais de ponderação e desenvolvimento de novos enfoques para quantificar a idéia de importância;

- construir modelos de preferência através do conceito de incomparabilidade entre alternativas usando relações de “*outranking*”;
- inserir, na situação decisional, aspectos comportamentais do decisor usando conceitos de fracionamento das preferências que tanto podem ser declaradas, reveladas ou elicitadas, geralmente por agrupamento em classes ou tipos de alternativas.

Existem ainda outros aspectos importantes relacionados a pesquisas de apoio à decisão. O primeiro deles lida com bases conceituais e axiomáticas sobre as quais esta alicerçado o apoio à decisão que, como metodologia, procura compreender a natureza dos vários métodos, de modo a julgar a validade das hipóteses, e discutir a capacidade de utilizá-las em situações reais. O segundo consiste em desenvolver métodos e algoritmos para apoio à decisão, elaborados de modo a fornecer os elementos necessário à elaboração de respostas a uma classe de problemas bem estruturados, concentrando as atenções sobre os pontos de vista, que são operacionalizados por descritores e métodos computacionais.

A tomada de decisão nos anos 50 e 60, durante o período de economia de mercado estável, tinha como característica a otimização da produção, ignorando os aspectos subjetivos como as preferências do consumidor, determinadas por seu sistema de valores.

Mesmo após o surgimento da pesquisa operacional, a análise monocritério foi por muitos anos considerada como a única ferramenta que poderia representar corretamente uma situação decisional de uma situação problema, com a definição de um único critério que representasse corretamente o problema em análise Roy e Vanderpooten (1996).

Ao citar publicações do final dos anos 50 e começo dos anos 60, Roy e Vanderpooten chamam a atenção para o fato de que a pesquisa operacional já citava a necessidade de incorporar o maior número possível de fatores às análises, de modo a

permitir definir qual o curso de ações adequado em relação a um conjunto de objetivos, embora essa afirmativa não tenha sido aceita como ponto de partida necessário à incorporação de vários critérios explícitos às análises.

Mesmo assim, a idéia de substituição da abordagem monocritério por uma abordagem multicritério no começo dos anos 60 não era considerada absurda, porque na época, a idéia de múltiplos objetivos era claramente levada em consideração pela programação matemática

Com a constatação da necessidade de incorporar critérios quantitativos e qualitativos às análises, surgem os precursores dos métodos *Electre*.

O uso dos métodos interativos tem sido uma preocupação constante da análise multicritério, segundo Roy e Vanderpooten (1996). Benayoun *et al.*, são pioneiros no tema. A principal contribuição da Escola Européia a este tema visa desenvolver e promover uma concepção alternativa de modo interativo, sendo a principal diferença dessa concepção a rejeição de qualquer suposição acerca dos sistema de preferência do decisor, ou seja, pressupor a existência de uma função de valor representativa das preferências do decisor. Entretanto, os processos interativos devem ser adequados de modo a proporcionar um aprendizado, devendo também tolerar e até favorecer a evolução do sistema.

Dentro da perspectiva de construir uma função de valor ou utilidade para modelar as preferências, no âmbito da Escola Européia, pouca atenção tem sido dada ao assunto, segundo Roy e Vanderpooten (1996), sendo que a maioria das contribuições nessa área são de métodos que se propõem construir uma estrutura adaptável e ajustável a um único critério, cujo objetivo seria obter uma função que descreva precisamente as preferências do decisor, definido como sintetização de um único critério

As principais contribuições nessa área são citadas em Roy e Vanderpooten (1996), iniciadas com o trabalho de Jacquet-Legrèze e Siskos no final dos anos 70

com o método UTA, cujo objetivo principal da análise por desagregação seria determinar um modelo de agregação capaz de representar as preferências expressas por um conjunto de alternativas, composto de uma função aditiva de valores dos atores, ordenadas por preferências do modo mais consistente possível.

O método UTA foi então aprimorado, com a introdução dos métodos PREFCALC, UTSTAR, e MINORA proporcionando a modificação da função de valor por método iterativo.

Roy e Vanderpooten (1996), citam também o método *MACBETH* “*Measuring Attractiveness by Cathegorical Based Evaluation TecHnique*”, Bana e Costa e Vansnick, (1994 - 1996), que tem como objetivo a construção de uma função cardinal de valor a partir de julgamentos de atratividade relativa das alternativas. A função de valor no método *Macbeth* é obtida pelo ajuste de uma série de problemas de programação linear.

2.1 - O PROCESSO DE APOIO À DECISÃO

As convicções, como diretrizes de um processo de apoio a decisão, conduzem o facilitador para um conjunto de procedimentos embasados na teoria do MCDA “*multicriteria decision aid*”. Esses procedimentos indicam, de forma detalhada, a direção dos procedimentos de apoio à decisão, de acordo com premissas de base científica. A partir do enunciado das convicções, o facilitador se apóia solidamente em um arcabouço diretivo que o leva a agir em todas as situações de forma coerente e lógica. Essa perseguição da verdade formal é apenas a concordância mental com um conjunto de convenções, uma vez que as convicções não são verdades materiais.

Dentro da teoria do MCDA, as convicções refletem a axiologia, ou a teoria de valores desse campo de conhecimentos humanos. Assim como o homem comum se conduz por valores como: a honra, o dinheiro, o dever, o direito e outros, o

facilitador tem nas convicções os valores fundamentais do processo de apoio à decisão. Da mesma forma que os valores servem para o homem comum, para o facilitador transformam-se em necessidades da consciência para a busca daquilo que precisa para bem conduzir o processo. Por sua vez, as convicções apoiam de forma estratégica o trabalho do facilitador, munindo-o com valores lógicos e éticos.

Entretanto, o conjunto de procedimentos que as convicções traduzem só são aplicáveis se perfeitamente integradas no processo de apoio à decisão, com sua estrutura básica formada pelos subsistemas dos atores e das ações.

Todos os decisores procuram garantir que as suas decisões sejam boas. Henig e Buchanan (1996), preocuparam-se em averiguar o que é uma boa decisão. No entanto, concluem que, como a escolha da alternativa cabe ao decisor, é pouco relevante avaliar cientificamente a decisão. A ciência, contudo, pode julgar o processo pelo qual a decisão é feita. No enfoque científico uma boa decisão provém de um bom processo de tomada de decisão. Por esta razão, os facilitadores e acadêmicos deveriam estar interessados em garantir que exista um bom processo de tomada de decisão.

Na busca de um bom processo de decisão, Stewart (1992), afirma que o objetivo de qualquer técnica multicritério de decisão é dar ajuda e orientação ao decisor para descobrir a sua mais almejada solução para seu problema. Nesse quadro surge o apoio à decisão preocupado em ajudar o decisor a explorar o seu problema.

Howard (1988), por sua vez, definiu o processo de apoio à decisão como um instrumento de medida no qual as pessoas preferem não acreditar nas próprias percepções, porque os erros de decisão são extremamente comuns e, portanto, nesses casos, os decisores gostariam de contar com a ajuda na definição de seus julgamentos numa situação complexa.

Problemas relacionados a tomada de decisão estão presentes no nosso cotidiano, quer no ambiente familiar, quer no trabalho, onde indagações do tipo:

fazer ou não? como fazer? ou ainda, o que fazer?, são constantes nas situações decisoriais.

Neste cenário Eden e Sims (1983), observa o fato de que as pessoas, de modo geral, quando dizem ter algum problema, estão externando seu descontentamento do modo em que enfrentam uma situação decisória, embora o mais difícil nesse caso seja responder à pergunta: “Qual é o problema?”.

Esta é outra situação comum para a maioria das pessoas. Elas sentem que existe algo em desacordo, sabem que existe um problema, mas não sabem definir exatamente qual o problema. Esta é também a razão por que a solução é um processo demorado ou ainda, se chega a uma solução equivocada ou inadequada.

É neste cenário que se encontra aquele que toma a decisão. Para Zionts (1965), “um cenário de tomada de decisão gerencial é assumido pelos pesquisadores como sendo aquele em que:

- um tomador de decisão toma uma decisão;
- escolhe a partir de um conjunto de alternativas possíveis;
- a solução que escolhe é a solução ótima.”

Como se vê, a solução de um problema envolve mais do que a simples tomada de decisão. Por parte do decisor, é desejável que em primeiro lugar seja especificado corretamente o problema decisório, o que implica reconhecimento e diagnóstico do problema. Em geral, os problemas são complexos, envolvendo muitos objetivos e critérios. As soluções são, em consequência, também múltiplas. Então o administrador requer um facilitador, com sua bagagem de apoio à decisão. O sistema do processo de apoio multicritério à decisão tem demonstrado resultados bastante superiores às abordagens monocritério usada na teoria clássica de escolhas econômicas. Esta última abordagem tem o sério defeito de basear sua lógica na mera

racionalidade econômica ignorando os interesses particulares de cada ator envolvido no processo decisório Bana e Costa (1990).

Os métodos multicritérios de apoio à decisão partem do pressuposto de que há um dilema de objetivos conflitantes, o que dificulta a existência da solução ótima, mas compromete o facilitador a encontrar uma "solução de melhor compromisso", como afirma Zeleny 1982, (apud Bana e Costa). Este é, pois, o cerne do que se conhece como "Sistema do processo de apoio à decisão".

Roy, (1985, p. 41) define o que entende por sistema:

“Um sistema designa uma entidade complexa vista como um todo organizado, que é formado por elementos e relações entre os mesmos. Estes são diferenciados e definidos entre si, em função do lugar que eles ocupam nesse todo. Mas a identidade destes elementos é mantida mesmo como ocorrem mudanças no ambiente. Assim sendo, um sistema pode ser definido tanto em função das interações dos elementos que formam a sua estrutura, como também das funções que os elementos componentes cumprem”.

Ocorre uma boa adequação conceitual da teoria sistêmica ao processo de apoio à decisão. Bana e Costa (1993), qualifica o processo de apoio à decisão como um sistema aberto. Os elementos componentes de tal sistema são os atores e as ações. Os elementos componentes e as relações existentes são inicialmente mal definidos nas funções, mas vão obtendo forma à medida que a estrutura do problema é construída. Por sua vez, os atores trazem para dentro do sistema aberto os seus valores e objetivos, enquanto as ações trazem as características. O processo de apoio à decisão é um processo de interação de um problema mal estruturado. Os princípios básicos de funcionamento são garantidos pelas convicções.

Para ser modelado, um problema de decisão precisa contar com a participação do facilitador que irá ajudar o decisor a entender suas preferências e a identificação de um conjunto de possíveis alternativas. A intervenção do facilitador

dá-se em três fases: na estruturação do problema, na avaliação das ações potenciais e na elaboração de recomendações. No entanto, a atividade de apoio à decisão não modela um problema alheio ao facilitador, ou uma realidade na qual ele não está inserido. Ao contrário, a atividade do facilitador se insere no processo de decisão e ajuda a construir uma estrutura que é partilhada com os atores, no pensar de Bana e Costa (1993). Bouyssou, (apud Bana e Costa e Vincke, 1990) define, em síntese, o que se entende, neste contexto, por processo de apoio à decisão, segundo este “o apoio à decisão consiste em tentar dar respostas às perguntas formuladas pelos atores envolvidos em um processo decisório, através do uso de um modelo.”

Na concepção de Jacques-Lagrèze: "Suporte de decisão multicritério" refere-se geralmente a um conjunto de métodos habilitando um usuário a agregar diversos critérios de avaliação de maneira a escolher uma ou diversas ações (projetos, soluções, elementos para a solução de um problema etc) Jacques-Lagrèze (1995).

A metodologia do processo de apoio à decisão fornece ao facilitador alguns instrumentos que permitem o caminhar analítico. Como se vê, a confrontação do facilitador com um problema complexo, disforme e desestruturado exige uma abordagem adequada de estruturação do problema. Tal abordagem, aqui utilizada, consiste do estudo de dois subsistemas: o *subsistema dos atores* e o *subsistema das ações*.

Para alguém ser capaz de tomar decisões, em face de circunstâncias progressivamente mais complexas, ter-se-á de envolver, manter e continuamente rever e atualizar todo um repertório de pontos de vista, valores, opiniões e convicções a respeito da realidade, Bana e Costa (1992).

O processo de tomada de decisão obrigatoriamente envolve atores, pessoas que baseadas em seus valores, desejos, interesses e preferências intervêm nas decisões. Segundo Roy (1985, p. 42), tem-se a seguinte definição de ator: os atores são aqueles que se caracterizam e desempenham papéis diferentes em função do seu

sistema de valores, das redes relacionais que os interligam e dos sistemas informacionais.

A forma como os atores influenciam a tomada de decisões é ditada pelos *sistemas de valores* que representam e defendem e pelas relações que entre eles se estabelecem. Os valores condicionam a formação dos objetivos, dos interesses e das aspirações dos atores. Segundo Roy (1985), o sistema de valores do decisor é definido como: “aquele que sustenta os julgamentos de valor do indivíduo ou grupo. Por sua vez, esses valores condicionam a emergência dos objetivos e normas que servem para justificar os julgamentos de valor em um processo decisório”.

2.2 - RELAÇÕES ENTRE ATORES

As *relações* entre atores podem assumir a forma de alianças se objetivos, interesses e aspirações de alguns deles são idênticos ou complementares, fazendo com que trabalhem juntos em busca de alternativas de solução que os satisfaçam. Por outro lado, quando o sistema de valores de um dos atores vai contra os valores defendidos por outros e existem diferentes interesses e preferências, os vários atores defendem diferentes ações e perseguem diferentes objetivos, criando assim um ambiente de competição e conflitos, segundo Bana e Costa (1992).

Existe a possibilidade de diversos indivíduos estarem presentes em um mesmo ator. Ou extraindo da assertiva de Jacquet-Lagrèze, (apud Bana e Costa, 1992): para que um grupo de indivíduos seja identificado como um só e mesmo ator, é necessário que os seus sistemas de valores, informações e as relações entre os diversos membros do grupo não sejam diferenciadas, ou seja conflitantes e/ou concorrentes.

As redes de relações entre os atores têm um caráter dinâmico e instável, sofrendo modificações ao longo do processo de decisão. Isto ocorre porque os atores não têm necessariamente suas convicções e preocupações previamente

definidas, pelo menos de forma clara. Com o desenrolar do processo, novas informações e fatos poderão surgir e ser incorporados ao processo decisório. As relações entre os atores são instáveis; por seus sistemas de valores não serem rígidos, os valores de cada ator e a forma estratégica como são revelados podem ser influenciados interativamente pelos atores. Assim, as estratégias usadas pelos atores influenciarão o correr do processo, intervindo direta ou indiretamente sobre a maneira de agir dos demais.

2.3 - OS ATORES E O PROCESSO DECISÓRIO

Faz-se uma importante distinção entre os atores em termos das suas *funções* no processo de decisão, isto é, pelo tipo e grau de intervenção de cada um deles e pelo seu poder de influenciar a tomada de decisões. Diremos que os atores se distribuem ao longo de um eixo funcional, designação aqui preferida por ser mais abrangente (cf. [Bana e Costa, 1988, p. 159], [Vári e Vecsenyi, 1983, p. 186]). Este *eixo funcional* pode ser assim representado:

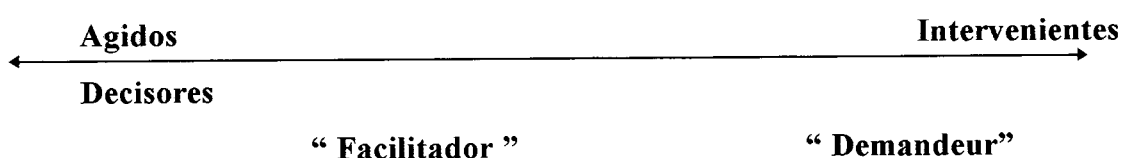


Figura2.1 - Eixo funcional dos atores

De um lado deste eixo situar-se-ão os *agidos* (Sfez apud Bana e Costa, 1992), ou seja, todos aqueles (administrados, contribuintes, pessoas idosas, pessoal de uma empresa, estudantes de uma universidade, consumidores etc) que sofrem de forma passiva as consequências (boas ou más) da implementação da decisão tomada. Os outros são os *intervenientes*, que por ações intencionais participam do processo com o objetivo de nele fazer prevalecer as suas preferências. Os agidos e os intervenientes são atores do processo decisório.

Os *agidos*, não se envolvem diretamente no processo decisório e sofrem as consequências das decisões, mas podem exercer pressões sobre aqueles que nelas interferem diretamente, porém sempre de forma indireta ou indutiva. Como exemplo, tome-se o caso dos moradores de uma rua da cidade cujo prefeito determinou fazer um depósito de lixo em uma área de uma quadra próxima. Apesar de serem os agidos do processo decisório, apesar de não terem poder de modificar a decisão, os moradores têm poder de pressão para interferir indiretamente através de abaixo-assinados, reuniões com vereadores, protestos e outros meios equivalentes.

Intervenientes, segundo Roy (1985), são os atores que podem ser indivíduos, corpos constituídos ou coletividades, cuja intervenção condiciona diretamente a decisão em função de seus sistemas de valores. São, enfim, os atores que têm um lugar à mesa das decisões.

Segundo Roy (1985), de maneira geral, todos os intervenientes no processo procuram, subentendendo-se uma certa racionalidade por parte destes, orientar convenientemente a decisão para:

- recensear e imaginar o maior número de possibilidades para uma determinada tomada de decisão;
- analisar as consequências de cada uma das possibilidades retidas a fim de apreciar as vantagens e desvantagens;
- comparar as avaliações resultantes, à luz dos seus objetivos, de maneira a adquirir uma íntima convicção quanto ao valor relativo das diferentes possibilidades, ou o defeito de algumas delas;
- fazer dividir suas conclusões com os outros interventores, de tal maneira que a evolução do processo chegue o mais próximo possível do sistema de valores do decisor.

Na medida em que opiniões e interesses condicionem diretamente a tomada de decisões, os intervenientes se distribuem ao longo do eixo funcional dos atores, até o outro extremo, onde se situam os *decisores*.

Pode-se definir o *decisor* como aquele, ou aqueles, a quem o processo decisório se destina e que tem o poder e a responsabilidade de ratificar uma decisão e assumir suas as consequências, sejam elas boas ou más.

Não é simples definir o que se entende por decisor. Muitos autores inspiram-se no sentido etimológico da palavra. Por exemplo: o decisor é aquele dentre os atores que é munido de poder institucional para ratificar uma grande decisão [Mintzberg et al., (1976) e Jacquet-Lagrèze et al., (1978) apud Bana e Costa, 1993]; ou, no mesmo sentido, mas de forma menos eufêmica: (Von Winterfeldt e Edwards, (1986) apud Bana e Costa, 1992), caracterizam o decisor como o responsável final: é a pessoa que leva a culpa se uma decisão der um resultado vexaminoso.

Em muitas situações complexas não existe uma visão clara de quem são os decisores nem de quais são os processos de decisão Keeney (1992). Querer a qualquer preço identificar o decisor de forma precisa pode ser uma atitude irrealista, em certos contextos de decisão.

O decisor aparece como uma entidade um pouco mítica, definida por objetivos comuns ou assumidos como tal Roy (1985). Nestas circunstâncias para que uma definição etimológica se mantenha aceitável, o decisor deve ser visto como o coletivo dos atores: como coloca, em sentido figurado, para (Jean Moscarola apud Bana e Costa, 1993) “o decisor dilui-se na concentração entre os atores”.

Mesmo quando formalmente identificável, o decisor não desempenha sempre um papel ativo nos processos de definição, estruturação dos elementos primários de avaliação e nem mesmo na fase de avaliação. Entretanto, é função chave do decisor a arbitragem do processo de procura de uma estrutura de consenso entre pontos de vista diferentes dos diversos atores, mesmo se para tal função for eleito o coletivo

dos atores. Ralph Keeney contorna dessas dificuldades de forma pragmática: para ele, os valores a levar em conta na tomada de decisão devem ser aqueles que representam as preferências de um grupo ou de uma organização como um todo. Assim sendo, considera pouco relevante o estudo dos valores individuais em um processo decisório.

Em vez de decisor, alguns autores Checkland (1981) e Ostanello (1990), dão preferência a termos como “*client*” ou “*client-system*”, e “*problem-owner*” em Bana e Costa (1993). Isto é, o decisor é aquela entidade para a qual o processo de tomada de decisão será entregue, esta, por sua vez, tem o poder de aceitar, rejeitar e/ou modificar as alternativas de solução apresentadas. Entretanto, isto não significa que no processo serão apenas levados em conta seus valores, opiniões e preferências, excluindo-se os interesses dos demais intervenientes.

O decisor raramente é um sujeito isolado, apesar muitas vezes o processo do sistema de apoio à decisão ser conduzido como se existisse um tomador de decisão solitário, com total autoridade para agir. (Bana e Costa, tese, p 77), cita Quade para mostrar que só excepcionalmente existe um decisor isolado. Seria, portanto, fantasioso assumir um decisor como único. Referindo-se a esse fenômeno, Quade fala em “o mito do decisor isolado”, até mesmo no exército, onde fortes elementos de disciplina e hierarquia reduzem a participação de outros, muito menos ele existiria na maioria das decisões públicas onde há questões sociais relevantes envolvidas. Roy (1985), também se refere a esse fenômeno dizendo que nem mesmo excepcionalmente as decisões representam a ação de um sujeito isolado. Dessa forma, seja no setor público, seja no domínio das organizações privadas, as decisões não são assunto da responsabilidade de um único indivíduo, exceto em algumas situações. Quanto mais complexa a situação, maior o número de entidades implicadas direta ou indiretamente, no processo que conduz à tomada de decisão.

Vale ressaltar que mesmo quando o decisor não é um personagem mítico as preferências raramente estão bem definidas; em e entre zonas de firmes convicções existem outras de incerteza, de dúvida, de conflitos e de contradições. Portanto,

temos de admitir que o próprio estudo contribuirá para esclarecer dúvidas, resolver conflitos, transformar contradições e desestabilizar convicções.

Entre os atores com a função de tornar o processo de tomada de decisão conforme algumas intenções, levando em consideração os diferentes sistemas de valores envolvidos no processo, está o *facilitador* [*l'homme d'étude*, na terminologia de Roy (1985)]. Como foi colocado, este também é um ator interveniente, mas um ator particular cujo grau de ingerência no processo decisório é variável, mas nunca neutro, face a forma como o processo evolui [Roy (1985), Raiffa (1973), apud Bana e Costa, p 13, 1993].

Em Roy (1985) o *facilitador* é descrito como um especialista que, ou de forma isolada ou em equipe, trabalha como colaborador próximo de quem decide, mas poderia ser-lhe estranho também. Esse especialista poderia ser oriundo de um serviço de estudo estatal, de um departamento funcional de uma organização ou até de um escritório de estudos especializados.

O facilitador também tem a função de enxergar o problema de forma externa. Eden *et al*, (1983) observa que pessoas diferentes vêem problemas diferentes. Neste sentido, os problemas são criados e não natos. Por sua vez, pelo fato de as pessoas verem os problemas de forma diferente não significa que elas estejam erradas, mas apenas que o mesmo problema tem diversas causas e que cada pessoa diferente foca em algumas destas causas. Quando ela foca determinada causa pode ficar insistindo naquela causa, sem enxergar outros ângulos. Especialmente em problemas complexos, o decisor pode estar demasiadamente ansioso e envolvido de modo que não vê escolhas, caso em que as saídas são visíveis apenas para quem olha de fora. Muitas vezes o que o facilitador pode fazer de mais útil é ajudar a mudar o problema do decisor.

No parágrafo anterior o problema foi caracterizado como uma coisa individual. Por isso o apoio à decisão se torna mais complexo ainda para o facilitador quando se trata de problemas com diversas pessoas envolvidas. Nesse

caso, cada pessoa pode ter enfoque diferente do mesmo problema, uma vez que têm formas de entendimento diferentes do que está acontecendo ao redor delas, e, principalmente, porque têm interesses, responsabilidades, funções e relações diferentes Eden *et al.* (1983).

O *facilitador* tem um papel importante no processo de decisão, no sentido de dilatar ou fazer crescer os domínios habituais do decisor. Po L. Yu e Phillips, (apud Bana e Costa, 1992), assegura que a contribuição do facilitador é fazer as áreas de domínios habituais dos atores se interceptarem, para melhorar a comunicação e a busca do consenso.

O papel do facilitador é gerar um consenso entre os intervenientes do processo através do nivelamento de seus conhecimentos sobre o problema, além de tornar o modelo claro, para que se possa, com isto, obter elementos de respostas, esclarecer o decisor sobre as consequências dos diferentes comportamentos que podem vir a ser assumidos por ele, eventualmente recomendar uma ou uma série de ações ou ainda uma metodologia. O sucesso desse facilitador dependerá de sua forma de conduzir o processo, pela delimitação do modelo, da problemática, da maneira com que controla os dados e escolhe o método operacional, Roy (1985).

Do estudo funcional do subsistema dos atores, o facilitador retirará a informação necessária para distinguir os atores principais, todos aqueles cujos valores condicionarão, no contexto particular em análise, os objetivos a reter como elementos primários de avaliação, e aqueles atores que intervirão mais ou menos diretamente nas fases de avaliação das ações propriamente ditas (Von Winterfeldt e Edwards, apud Bana e Costa, 1993). O estudo funcional do subsistema dos atores permitirá ao facilitador conceber sua estratégia de apoio, a partir da consideração dos matizes do ambiente decisório que está em jogo.

Bana e Costa, (1992) observa que, o conceito de decisor pode confundir-se com o conceito de cliente, quando o decisor é um interveniente ao qual se destina a atividade de apoio à decisão. Contudo, a solicitação, as negociações e os

relacionamentos necessários ao estudo poderiam ser feitos por outro interveniente que não fosse o próprio decisor.

Quando o decisor não faz ele mesmo o papel do facilitador e como nem sempre o contato entre o facilitador e o decisor dá-se de forma direta, não raramente essa interface é feita por um “*demandeur*”, isto é, aquele que encomenda o estudo, aloca meios e que, ainda que possa ser visto como representante de um decisor, não deve ser com ele confundido. O *demandeur* é normalmente um responsável hierárquico (diretor, secretário geral, diretor de produção, chefe de serviço). Ele deve ter a capacidade de gerar os meios necessários ao estudo e estar em comunicação com o decisor, deve levantar o problema ao facilitador e ter o cuidado para não colocá-lo em um problema mal levantado, ou seja, isolado de seu contexto ou formulado segundo uma problemática inadaptada à inserção no processo de decisão. Nesse caso, o *demandeur* seria o cliente, e o decisor seria o “detentor do problema”.

Na figura 2.2 abaixo, vê-se a estrutura hierárquica relativa ao subsistema dos atores.

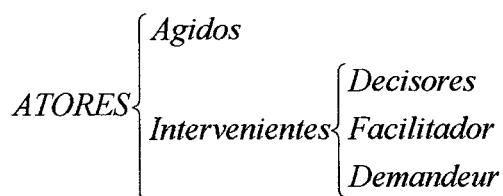


Figura2.2 - Os atores

2.3.1 - OS OBJETIVOS DOS ATORES

Segundo Roy (1985), o termo ator designa um sujeito social no sentido do “homosociologicus intencional”, e não implica ser a imagem do “homosociologicus racional”. Portanto, no processo de tomada de decisão, não somente o lógico, o racional é considerado, mas também devem ser levados em conta valores,

sentimentos, desejos. Enfim, os aspectos subjetivos do homem sempre estarão presentes no processo, de forma explícita ou não.

O sistema de valores condiciona a formação dos *objetivos* de um ator. Por esta razão, um objetivo tem uma natureza intrínseca ou inerentemente subjetiva, porque é relativo ao sujeito. Em Bana e Costa (1992), essa é uma questão básica do modelo construtivista de apoio à tomada de decisão, porque um dos tipos de elementos primários de avaliação são os objetivos levados em conta pelos atores. Há outros, como as características pretendidas para as ações, que são mais concretas.

Diversas definições são encontradas na literatura para o termo objetivo. Bana e Costa (1992), descreve qual é o entendimento de objetivo no processo de apoio à decisão:

“Esta definição encerra o imperativo da manifestação ou expressão de um desejo do ator. Este desejo, apesar de aqui vagamente definido, é o de o ator ver algo crescer ou decrescer, ou de vê-lo atingido ou alcançado dentro de uma situação decisória específica. O objetivo engloba ainda a idéia de algo a ser atingido após a implementação de uma decisão.”

O termo objetivo, por um lado, não se refere aqui aos objetivos estratégicos (isto é, específicos da estratégia de intervenção de um ator em uma determinada situação) e, por outro lado, esta definição incorpora o que na literatura é muitas vezes designado por meta ou fim “*goal*”. Por exemplo: se uma indústria tem como objetivo minimizar os impactos ambientais em 5 anos, pode estabelecer a meta de reduzir em 10% a emissão de poluentes nos próximos seis meses. É importante que o leitor veja aqui de forma clara que mesmo que os objetivos estejam na base do interesse de uma decisão, não se adotam nesse trabalho os objetivos, como Keeney o faz, como os únicos elementos primários de informação para a avaliação.

A definição de objetivo incorpora aqui a idéia de *meta*. Veja-se o que Zeleny define como meta “*goal*” no inglês; “*but*” no francês:

Muitos consideram que a atividade de estruturação deve focar primordialmente os objetivos dos atores, seguindo a muito conhecida abordagem de estruturação dos objetivos (Keeney e Raiffa, 1976 apud Bana e Costa, 1993). No entanto, considera-se que os objetivos eventualmente revelados pelos intervenientes, nem sempre de forma exaustiva e clara, são um dos tipos de elementos primários de avaliação, e mesmo aceitando que os objetivos dos atores estão na base do seu interesse por uma decisão, não é válido afirmar que eles sejam o único tipo de fator que informa a concepção de um modelo de avaliação. Outro tipo de fator que deve ser levado em consideração são as características das ações.

2.4 - AS AÇÕES

Discutir os valores dos atores, e falar de objetivos, exige saber como é que eles vão ser concretizados, isto é, saber o que se entende por uma ação na situação específica em causa. Os valores dos atores são os elementos-chave para a construção de um modelo de apoio à decisão, mas um conjunto de ações potenciais é o seu ponto de aplicação, Bana e Costa (1993).

Mas se as ações potenciais são o ponto de aplicação dos modelos de apoio é preciso conhecer com maior clareza no que consistem e como podem ser caracterizadas as alternativas de ação que serão elucidadas de tal forma a encaminhar a solução de um processo de tomada de decisão.

2.4.1 - CONCEITOS DE AÇÕES

Segundo Roy (1985), uma ação é a representação de uma contribuição eventual à decisão global, suscetível, em função do estágio de avanço do processo de decisão, de ser encarada de forma autónoma e de servir de ponto de aplicação na ajuda à decisão; o conceito de ação não necessariamente incorpora idéia de realismo

ou ato factível. A definição de ação inclui qualquer idéia extravagante que pode ser aventada.

A ação é o ponto de aplicação da ajuda à decisão. São exemplos de possibilidades de ações: qual livro comprar para resolver o problema de falta de material de uma disciplina? O que fazer com as três alternativas do pedido do sindicato dos funcionários de uma subvenção especial por ocasião do aniversário de cada sindicalizado, um abono extra de natal? ou uma subvenção para compra de automóvel? Quanto dinheiro aplicar na poupança e em aplicação de curto prazo (60 dias)? Que modelo de trator adquirir para conduzir as atividades agrícolas?

Em Roy (1986), são identificadas algumas possibilidades nas quais uma ação pode apresentar-se: sob a forma de uma modalidade estruturada da decisão (qual livro, que modelo etc.), de uma escora ou apoio elementar de toda contribuição à decisão (cada proposta do sindicato está sujeita de ser aceita, rejeitada ou colocada em espera), ou de um estado admissível em função de certas características da decisão (valores numéricos caracterizando a divisão das aplicações, poupança e curto prazo).

As ações são os meios disponíveis pelos quais os atores, através de seus pontos de vista fundamentais, alcançam seus objetivos estratégicos.

2.4.2 - TIPOS DE AÇÕES

As diversas formas que podem ser assumidas pelas ações são descritas na figura 2.3 a seguir:

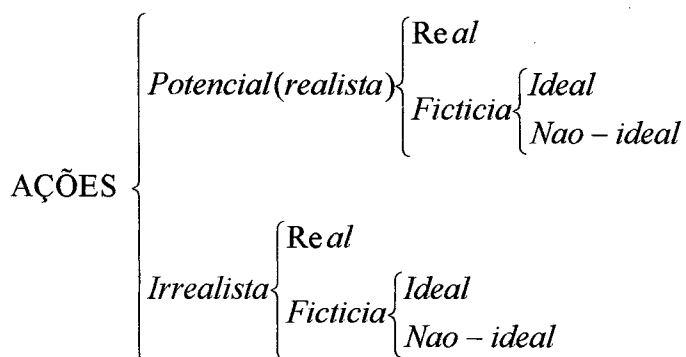


Figura 2.3 - Tipos de ações

Um conceito que o facilitador deve ter claro é o da *ação potencial*. O facilitador procura identificar e construir um conjunto de ações realistas, mas não necessariamente reais, subentendendo um conjunto de ações potencialmente factíveis. A *ação potencial*, segundo Roy (1985), é uma ação *real* ou *fictícia* provisoriamente julgada realista por um ou vários atores, ou assumida como tal pelo facilitador, tendo em vista fazer evoluir o processo de apoio à decisão. O conjunto de *ações potenciais* sobre o qual a decisão se apoia no curso de uma fase de estudo é representado por “A”.

As ações podem ser *realistas* ou *irrealistas*, classificadas em *reais* ou *fictícias*. As *ações fictícias* por sua vez subdividem-se em *ideais* e *não-ideais*.

Segundo Roy (1986), *ações reais* são aquelas oriundas de um projeto completamente elaborado e suscetível de ser implantado. As ações reais se opõem as ações fictícias. O qualificativo de *fictício* denota o fato de que esse tipo de ação corresponde a um projeto idealizado, incompleto ou construído na imaginação.

Segundo o mesmo autor, *ações realistas* são aquelas ações que pertencem a um projeto cuja execução pode ser considerada bastante razoável. Já as *ações irrealistas* são assim chamadas porque poderiam corresponder a objetivos não compatíveis ao caso em estudo, mas mesmo assim serviriam de exercício de raciocínio e discussão do apoio à decisão podendo transformar-se em fontes de novas alternativas.

Segundo Roy (1986), uma *ação ideal*, é toda ação que corresponde rigorosamente à descrição e às consequências previstas quando colocada em execução. Tendo em vista suas características fictícias, ou seja, por se tratar de uma ação pertencente a uma subdivisão das *ações fictícias*, que por sua vez são ações idealizadas, incompletas, ou imaginárias, poder-se-ia questionar a denominação *ideal* para esse tipo de ação. Mas nota-se que o termo *ideal*, no contexto apresentado por Roy, reflete exatamente a correspondência entre aquilo que se deseja e aquilo que é descrito pelas consequências reais da tomada de tal curso de ação.

Uma ação é dita *global* se, na sua implementação, ela for exclusiva em relação a qualquer outra ação introduzida no modelo, caso contrário, a ação é dita *fragmentada* Roy (1986).

A idéia de ação global na literatura é, mormente citada em Roy (1986), como sinônimo de *alternativa*. Aliás, o mesmo autor alerta para esta palavra como um anglicismo. A palavra alternativa é efetivamente mais utilizada pela literatura inglesa. Em relação a tais definições, convém fazer uma distinção para a modelagem do problema, que é oriunda das definições de ação global e fragmentada. Há a possibilidade de dois enfoques de modelagem: 1) *a concepção globalizada*: nesta concepção cada ação é global, ou seja podemos falar em "alternativa". 2) *a concepção fragmentária*: nesta, cada ação é passível de ser *fragmentada* em ações sequenciais e complementares. Nesse caso, cada ação representa uma porção ou fragmento de uma alternativa não formalizada.

A introdução do conceito de ação fragmentária permite que se levem em conta ações potenciais que não são alternativas. Parte-se do pressuposto que as alternativas são geralmente mutuamente exclusivas. No caso da concepção fragmentária, a adoção de uma ação não necessariamente elimina a adoção das outras e o resultado do processo decisório pode permitir a combinação de diversas ações.

2.4.3 - AS INTERAÇÕES ENTRE AS AÇÕES

Quando a implementação de uma ação não elimina necessariamente a adoção de outras, o resultado do processo de decisão pode fazer intervir combinações de várias ações. É claro, também, que existem problemas de interdependência entre ações: a seleção de uma região para a implantação de um projeto pode induzir efeitos benéficos sobre outras regiões, nomeadamente quando a dimensão geográfica da região em questão é inferior à da zona de influência de um projeto. No caso, a prioridade de intervenção numa dada região não pode ser analisada independentemente das outras. Então, a opção por uma concepção fragmentada revela-se aqui como a mais adequada.

Um fenómeno presente na intervenção do facilitador é a presença da *interdependência das ações*. No caso da concepção fragmentária, tal fenómeno existe e permite ser tratado adequadamente.

Nota-se que as ações fragmentadas mostram-se mais adequadas quando são tomadas em passos sequenciais, afetando ou modificando as necessidades, e o nível de satisfação, sendo incrementadas passo a passo, de forma que as ações necessárias nos passos seguintes poderão incorporar menores necessidades e recursos. Tal economicidade não seria possível se a opção fosse uma decisão global.

É comum que os projetos estratégicos na empresa e muitos projetos do setor público necessitem uma análise de complementaridade ou até incompatibilidade entre projetos de diversos setores. Observam-se então as interações *internas e externas*.

Para a interação entre ações diz-se que são *internas*, ou seja, as que ocorrem entre alternativas de projetos, entre projetos, (Gear *et al*, (1980) apud Bana e Costa 1993). Nesse contexto situa-se uma análise da relação de cada ação com o resultado global desejado. Uma ação poderia ser previamente rejeitada ou adotada, ou então só poderia ser adotada após a implementação de outra.

As interações das repercussões sobre a adequabilidade de projetos devidas a alterações das condições ambientais e sócio-econômicas são ditas interações *externas*. No mesmo caso, isto corresponde ao estudo do impacto da implementação de uma linha de transmissão atravessando uma determinada região.

Projetos do setor público, como os do setor elétrico que atualmente procuram definir um pacote de medidas de incentivo à atividade de expansão do sistema, pela participação do capital privado ou optando por uma determinada estratégia energética envolvem diversas subáreas interpenetradas de tal forma que a invenção de ações globais requer o estudo integrado das opções setoriais e das suas relações de dependência, de complementaridade e de incompatibilidade. Eis aqui uma boa razão para falarmos de sistema das ações e não apenas de conjunto das ações.

O facilitador frequentemente encontra dificuldades para lidar com as situações de interdependência das ações. Neste caso ele pode valer-se de técnicas de geração de ações. Ozernoy, (apud Bana e Costa 1993), apresenta uma resenha de técnicas de geração de ações, algumas delas adequadas para orientar a detecção e a eliminação de ações irrealistas. A intenção subjacente à utilização dessas técnicas é definir um conjunto de ações potencialmente suscetíveis de serem postas em execução, se da fase de avaliação vierem a resultarem em argumentos em favor da sua seleção. Isto significa que se procura identificar ou construir ações potenciais, sem que elas sejam necessariamente reais.

Viu-se que as ações potenciais são aquelas ações reais ou fictícias provisoriamente julgadas realistas. Em uma certa fase de um estudo, o conjunto de ações potenciais pode ser *previamente estabelecido* pelos atores estando relacionado a restrições do problema, por exemplo, as ações excluídas por um critério de rejeição. Por outro lado um conjunto de ações pode ser *mutável*, pois durante o processo decisório as informações que alimentam o estudo e os sistemas de valores dos intervenientes têm uma natureza dinâmica de tal forma a repercutir sobre a

configuração do conjunto de ações a levar em conta. Pelas mesmas razões um conjunto de ações pode ser *permanente ou transitório*.

O conjunto de ações “*A*” é dito estável se ao mesmo tempo as ações são impostas e permanentes, caso contrário, ele é evolutivo (alterável e/ou transitório) Roy (1985). Nota-se que um conjunto de ações é evolutivo à medida que no processo decisório as ações potenciais emergem e/ou são complementadas à partir de uma recursividade decorrente de um processo interativo, participativo e criativo entre os intervenientes.

Se o número de ações potenciais é muito grande, ou infinito, deve-se definir um conjunto “*A*” de ações, com base nas propriedades *características*. Enquanto que, se esse número é suficientemente pequeno, *A* poderá ser definido em extensão. Ver-se-á com mais detalhe a noção de característica no relativo às características das ações. Note-se, no entanto, que uma simples enumeração das ações potenciais não é suficiente para caracterizar as consequências da sua eventual implementação. Sendo um conjunto de ações potenciais, o ponto de aplicação da atividade de apoio à decisão é necessário a que esse conjunto seja muito mais que uma simples lista de ações-objetos.

A maneira como o facilitador define o conjunto *A* de ações depende da forma como ele pretende conduzir o processo de apoio à decisão. Admitir que *A* possa ser um conjunto não fechado, isto é, evolutivo, está na essência da atividade de Apoio à Decisão, vista como um processo de aprendizagem. Ao longo do desenrolar do processo, a aquisição progressiva de novos elementos de informação pode dar origem à construção de novas ações. Um dos argumentos de maior peso em favor das metodologias multicritérios de apoio à decisão, Bana e Costa (1993), é que a sua aplicação favorece a geração de novas e “melhores” ações.

2.4.4 - CONSTRUÇÃO DAS AÇÕES

A construção das ações não se limita à aplicação de técnicas de geração de opções e da suposição de que as ações foram consideradas como "algo dado". Neste sentido alerta-se para a visão da pesquisa operacional que limita a geração de ações a algo que se faz no início do processo e depois fica estabelecido. Como a geração de alternativas viáveis está associada a criatividade, intuição e perspicácia, tal fase é excluída do campo de interesse da pesquisa operacional o que pode ser irrealista e perigoso, Bana e Costa (1992). Ver-se-á a seguir que os elementos de subjetividade têm uma função primordial na construção do modelo.

Anteriormente definiu-se ação como representação de contribuição eventual à decisão global e, a seguir, que uma ação potencial é uma ação real ou fictícia provisoriamente julgada realista por um ou vários atores, ou assumida como tal pelo facilitador, tendo em vista fazer evoluir o processo de apoio à decisão. Acrescenta-se a necessidade de colocar a construção das ações sob o enfoque da tese construtivista. No processo de apoio à decisão pela via construtivista pode-se considerar como ações potenciais, numa determinada fase do processo, todas as construções que representam as "*possibilidades de ação*", Bana e Costa (1992)

As construções que representam as possibilidades de ação podem ser:

- As *recomendações* que o facilitador faz aos seus interlocutores no decorrer das fases do estudo, no sentido de gerar novas ações potenciais;
- Os *resultados* das interações entre facilitador e atores, que surgem com o avanço dos estudos, na medida em que evolui a definição das preferências. Um resultado pode ser o consenso dos intervenientes sobre a família de pontos de vista fundamentais a levar em conta. A partir daí podem ser geradas novas ações potenciais de compromisso;
- A *reconstrução* potencial de um ou vários tipos de ações-representações sugeridas em relação às recomendações ou resultados, bem como a

possibilidade de abandoná-las. A reconstrução pode ocorrer também por incorporação de novas informações e/ou mudança ou evolução das condições características da situação anterior do processo de apoio à decisão.

Como já visto na problemática da construção de ações, estas são vistas como objetos a analisar e como ponto de aplicação do processo de apoio à decisão. Fala-se muitas vezes de ações no sentido de objetos a analisar e a avaliar, esquecendo-se que a noção de ação não pressupõe que se trate de qualquer coisa de concreto, mas tão-somente, que dela se possa formar uma representação, conforme Anna Ostanello apud Bana e Costa (1993).

Portanto, afirmar que a função das ações num processo de decisão é de se constituírem no ponto de aplicação dos modelos de apoio à tomada de decisão não implica que pré-exista um conjunto de ações-objetos ou que ele deva ser definido, ou conhecido, antes da elaboração de um modelo de avaliação; implica, sim, a concepção de ações-representações.

2.4.5 - AS AÇÕES E OS VALORES DOS ATORES

As considerações levantadas no item anterior levam à concordância com Keeney (1992), quando ele diz que as ações são importantes apenas enquanto meios para concretizar os valores dos atores.

Keeney traduz desta maneira a sua convicção em que uma metodologia centrada sobre os valores (*Value Focused Thinking*) é muito mais rica que uma metodologia tradicional centrada diretamente sobre um conjunto de ações-objetos (*Alternative Focused Thinking*), como é, por exemplo, a abordagem *MAUD*, “*Multi-Attribute Utility Decompositio*”.

Nessa abordagem, o método da Decomposição de Utilidade Multi-Atributo inicia o processo perguntando ao usuário o nome das alternativas de escolha que estão sendo consideradas na decisão, para a seguir ajudar a elicitare os aspectos de seleção levantando similaridades. Como se nota, é tipicamente um processo baseado nas alternativas.

Embora se possa concordar sobre os fundamentos onde Keeney baseia a atividade de apoio à decisão, sua forma de conduzir a atividade baseada nos objetivos dos atores peca em não identificar os valores dos atores nas características das ações.

Portanto, defende-se como em Bana e Costa (1993), que o conjunto de ações potenciais deve ser o ponto de aplicação, a partir de um processo criativo e interativo entre os intervenientes, tanto no estudo do problema (*value focused thinking*) como na geração de ações potenciais. Assim, não se aceita que as ações sejam pré-estabelecidas (*alternative focused thinking*) e o estudo seja concentrado em torno destas.

Quando o estudo dos problemas de decisão fica centrado em alternativas pré-existentes, muito se perde devido à falta de debates e discussões que poderiam contribuir para um enriquecimento criativo do estudo. Entende-se assim que o problema poderia ser melhor identificado e novas ou complementares alternativas de ação poderiam ser geradas.

Não se pretende, no entanto, questionar a eficácia das duas alternativas pré-determinadas. É bem possível que a partir do processo proposto anteriormente essas duas emergissem como fortes candidatas à escolha final. Outra possibilidade é que alguma outra alternativa reunisse as preferências da maioria dos que defendiam cada uma das alternativas iniciais. De qualquer forma, cada um dos agidos se sentiria bem mais seguro diante do processo centrado em valores. Assim, os pontos de vista dos parceiros ficam mais claros do que num processo de decisão centrado em

alternativas pré-estabelecidas. Para cada um dos agidos a escolha final certamente fica melhor assimilada.

Mesmo que se questionem as abordagens centradas nos objetivos ou nas alternativas, o que será discutido com mais profundidade no item relativo aos pontos de vista, não se deve concluir que as ações potenciais têm um papel secundário na construção de um modelo de avaliação. Ao contrário, ver-se-á a seguir que na abordagem aqui proposta, levam-se em conta, com muita atenção, as *características* particulares das ações, que podem revelar os valores a serem considerados no processo de apoio à decisão Bana e Costa, (1992).

2.5 - NOÇÕES DE CARACTERÍSTICA

Característica é o nome que se dá às diversas propriedades, predicados, atributos, qualidades etc... e respectivos indicadores inerentes, atribuídos ou desejados para as ações potenciais. As características têm uma natureza concreta enquanto representam (como descritores) uma realidade (das ações) que pode emergir, sem a necessidade de referência explícita aos valores ou objetivos particulares dos atores.

Esta noção de característica coincide com a noção de “*attribute*” para certos autores de língua inglesa. Por exemplo, (Milan Zeleny apud Bana e Costa 1993), que define *attribute* como descritor de uma realidade objetiva. Um *attribute* é percebido como uma característica dos objetos no mundo externo. Como Zeleny fala, apesar dos *attributes* não poderem ser separados dos valores do decisor, eles podem ser identificados e medidos com certa independência dos desejos e necessidades do decisor. Um *attribute* é uma propriedade mensurável, capaz de ser graduada. Pode ser comprimento, tom, comprimento de onda, massa, peso e outros na definição de Torgerson, W.S. (apud Bana e Costa 1993).

Mas, alerta-se para que o leitor não confunda essa definição de *attribute* com uma outra dada por Keeney e Raiffa, usando o termo como *attribute* escalar ou vetorial de um objetivo, Keeney, R.L., Raiffa, H., (1976).

2.6 - O FACILITADOR E OS VALORES DOS ATORES

Geralmente é difícil para o facilitador identificar claramente o papel dos elementos subjetivos e objetivos. Ao mesmo tempo, outros atores do processo decisório, mesmo sendo um processo informal, será preciso elaborar os julgamentos expressos dos atores. Muitas vezes o decisor terá dificuldade de justificar as suas preferências junto aos outros atores, talvez por ter uma reduzida capacidade de argumentação ao baseá-la apenas na experiência e na intuição.

O facilitador faz um duplo papel na condução do estudo. Em primeiro lugar, ele apoia a comunicação entre os atores, em segundo lugar, serve de guia para elaboração, justificação e transformação dos julgamentos de valor dos atores.

Assim, para que o facilitador possa gerar comunicação entre os atores e a elaboração adequada dos seus juízos de valor, a sua intervenção não pode ficar limitada por uma atitude eminentemente tecnocrática de descoberta ou de descrição de uma realidade objetiva supostamente desligada dos sistemas de valores dos atores envolvidos.

Uma das críticas às técnicas do processo decisório monocritério é a ausência de inclusão dos valores dos atores. Dodgson (apud Bana e Costa, 1993), escrevia em 1979 sobre a análise custo-benefício: “O que se nota nestas afirmações, feitas em um contexto metodológico da época, é a não-consideração dos sistemas de valores dos atores, o que ocorre com frequência nas técnicas economicistas monocritério, que não parecem incomodar os seus defensores, que permanecem fechados na ilusão de “precisão” e de “não-arbitrariedade”.

2.7 - A SUBJETIVIDADE NO PROCESSO DE ESTRUTURAÇÃO

Para que se incorporem os julgamentos subjetivos dos atores precisa-se passar por uma fase chamada de ajuda à estruturação. Mas este é um passo fundamental para ultrapassar a fase desconfortável dos bloqueios naturais decorrentes da dificuldade típica e inerente de provação e validação dos julgamentos Bana e Costa, (1992).

Aqui cabe ressaltar que os elementos de subjetividade e objetividade também estão presentes em uma fase que deve ter atenção especial na estruturação geral do problema que é a *estruturação dos elementos de avaliação*. A literatura em geral não faz uma nítida distinção entre a estruturação propriamente dita e a estruturação dos elementos de avaliação, Bana e Costa, (1992). Constata-se que, efetivamente, o sentido de estruturação de um problema é um sentido amplo.

Como se observa, o termo “*problem structuring*” não distingue uma fase de avaliação, limitando-se ao significado de uma descrição do processo de maneira a permitir ações específicas de pesquisa.

O facilitador deve buscar nos modelos de avaliação, os juízos de valor que estão embutidos na decisão. Embora exista uma definição clara e distinta quanto às origens desses dois elementos primários de avaliação, objetivos dos atores e características das ações, ambos são importantes e desempenham papel de certa forma complementar no processo de construção do edifício das preferências dos atores, sem que se possa afirmar a priori se um desses elementos é mais fundamental do que o outro.

No decurso de um processo de apoio à decisão uma característica pode revelar-se como importante para a formação de juízos de valor sem que sejam claros os eventuais objetivos subjacentes a essa característica. Isto significa que, quando uma certa ação é sugerida por um dos atores com vistas a imputar avanços no processo de decisão, as suas características podem ser analisadas e implicitamente

podem revelar intenções e preferências dos atores, inerentes aos seus sistemas de valores. De certa forma pode até contribuir para melhor definição do problema e dos objetivos a atingir, que mesmo já estando definidos, podem ter suas características alteradas após uma análise dos aspectos subjetivos revelados nas características das ações.

De forma idêntica, um objetivo pode emergir como elemento importante a reter, sem a necessidade de referência explícita a uma característica. Isto ocorre, por exemplo, quando o objetivo de um projeto é maximizar a qualidade de vida de uma população. Nesse caso, o objetivo é tão claro e tão consensual, em relação aos agidos, que não requer questionamentos quanto às características das ações no sentido de revelar a consistência do problema. No entanto, se fossem analisados os problemas relativos aos meios (projetos de infra-estrutura, prioridades, alocação de recursos, pessoas) para atingir este objetivo, muitos aspectos seriam revelados pelos sistemas de valores dos atores que influenciariam as características das ações.

É importante a distinção entre os dois elementos primários de avaliação, objetivos e ações. Existem fortes ligações estruturais entre eles. Um objetivo é uma dimensão conjugada com a indicação de “bons e maus” fins a serem atendidos (French apud Bana e Costa, 1993). Exemplificando: “minimizar o custo de construção” é um objetivo que indica que os baixos custos são preferidos. Isto é entendido pelo conceito de “fim” (a revelação de “qualquer coisa que um ator deseja ver atingida). O que formalmente se considera um objetivo é visto como a indicação de uma direção de preferência sobre uma característica. Quando se quer “minimizar os custos”, o que se revela como objetivo, fica evidenciada a revelação da preferência por uma determinada característica de uma ação.

Da mesma forma que especular e refletir sobre as possíveis relações entre características pode contribuir para a identificação de objetivos, aprofundar a investigação em torno de um objetivo expresso permitirá detectar se certas características das ações merecem ser tomadas como elemento de avaliação (Pitz apud Bana e Costa, 1993). Então, é irrelevante discutir se o trabalho de apoio à

decisão deve focalizar preferencialmente as características das ações ou se, ao contrário, os objetivos dos atores.

Na prática, o facilitador poderá identificar os elementos de natureza subjetiva, seja quando os decisores apresentam os objetivos primários a serem atendidos ou quando são por eles reveladas as características das ações potenciais a serem desenvolvidas para que os objetivos sejam atingidos.

Esta recursividade aqui defendida para a atividade de estruturação não deve ser tomada como um sintoma de enfraquecimento dos conceitos, mas sim como o reflexo pertinente à natureza vaga da fronteira existente na prática entre o subsistema das ações e o subsistema dos atores, vistos como construções inseparáveis e interpenetradas nesse todo que é um processo de decisão - sem referência ao qual as noções de característica e objetivo perdem sentido operacional

2.8 - ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS

O termo estruturação está relacionado com as etapas iniciais da elaboração de um modelo de avaliação, que tem início com a identificação da situação problema. O facilitador é, então, incumbido de auxiliar o decisor ou demandante na tarefa de traduzir seus anseios ou condições iniciais apresentadas, em um conjunto de problemas resultantes de questões suficientemente bem definidas, que por meio de métodos adequados, técnicas e instrumentos analíticos de avaliação, auxilia ao decisor na tomada de decisão. Serve também para representar corretamente os anseios, sistema de valores e conflitos dos atores em uma situação decisional que, mesmo em grupo, tem na estruturação do problema seu o ponto de partida.

Os elementos primários de avaliação, os objetivos dos atores e as características das ações, que no início do processo se encontram de forma desconexa e mal definidas, são então elicitados, de modo a torná-los operacionais

após identificação das interconexões e incompatibilidades, sendo incorporados ao problema em análise.

O processo de estruturação pode ser obtido com a construção de gráficos representativos da situação decisional em vez de representações numéricas, de modo a facilitar a correta interpretação dos atores sobre o problema, facilitado por uma abordagem interativa, que tem como objetivo proporcionar um melhor aprendizado do problema, facilitando assim, a formulação do problema e a avaliação final.

Desta forma, as características acima descritas ensejam representar de modo fiel o problema em análise, bem como o sistema de valores do decisor, tendo como a principal atividade de suporte da estruturação a construção dos mapas cognitivos.

2.9 - MAPAS COGNITIVOS

Tendo identificado as características das ações, os atores e seus objetivos, que no início do processo decisório eram encontrados de forma desconexa, caótica e mal definida, o facilitador avança no processo de estruturação ao tornar esses elementos operacionais, encontrando suas interconexões e incompatibilidades representadas em um mapa.

Por sua capacidade de representar de modo claro a situação decisional, a construção do mapa cognitivo é uma potente ferramenta de auxílio aos atores, na eliciação das situações de impasse, facilitando a obtenção da solução de compromisso. Os mapas têm como premissa básica apoiar os atores de modo interativo e progressivo, na identificação dos pontos de vista, quando todos os elementos primários, inicialmente dispersos, se ligarão, agruparão e categorizaram. Esses pontos de vista irão revelar-se como primários à formação de julgamentos de valor dos atores e, portanto, como candidatos a serem considerados no modelo que o facilitador ajuda a construir Montibeller (1996).

Os mapas cognitivos são ”uma representação gráfica de uma representação mental que o pesquisador (facilitador) faz aparecer de uma representação discursiva formulada pelo sujeito (o ator) sobre um objeto (o problema), representação esta obtida de sua reserva de representação mental” Montibeller (1996).

Segundo Montibeller (1996), a construção de um mapa cognitivo como “uma operação cognitiva quádrupla, em que o facilitador, para construir o mapa, terá primeiramente de mapear os pensamentos do decisor”, uma vez que poderá haver situações em que o facilitador encontre dificuldade para encorajar o decisor a explicitar seus valores. O mapa cognitivo proporciona a chance de assim proceder no decorrer da sua elaboração, de modo a desenvolver um diálogo construtivista, rico em informações necessárias à estruturação do problema. Ou ainda, pela via do construtivismo, usar o mapa como instrumento de negociação de uma solução de compromisso entre atores.

O processo de estruturação não finaliza com a identificação dos elementos primários de avaliação obtidos a partir dos mapas cognitivos. Este consiste em uma etapa que auxiliará na identificação dos candidatos a pontos de vista fundamentais. Os pontos de vista relevantes, na sua maioria, emergiram somente após um trabalho de busca das ligações existentes entre tais elementos e a clarificação de seus significados (Bana e Costa apud Montibeller, 1996).

Desta forma, o facilitador, auxiliado pelo mapa cognitivo, obtém a direção de preferência dos atores com relação a cada ponto de vista, possibilitando construir uma estrutura arborescente ou árvore dos pontos de vista, permitindo melhor compreensão da situação em análise, clarificando convicções e seus fundamentos, buscando o consenso entre intervenientes e aspirações (Bana e Costa apud Corrêa, 1996) ou ainda, auxiliar a construção dos descritores, identificando os pontos de vista elementares (PVEs) que compõem uma família de pontos de vista fundamentais (PVF), clarificando a propriedade da isolabilidade.

A correta utilização de mapa cognitivo na transição mapa - estrutura arborescente está na sua grande maioria baseada na experiência do facilitador, sendo como tal considerado muito mais uma arte do que uma ciência (Winterfel e Edwards apud Bana e Costa, 1992).

Apesar da sua importância na fase de estruturação, a interpretação dos mapas cognitivos e seu uso na construção da estrutura arborescente não é considerada como um processo científico, mas dependente da habilidade do facilitador (Ackerman e Belton apud Corrêa, 1996).

2.10 - PONTOS DE VISTA

Após identificados os inter-relacionamentos entre os elementos que compõem o mapa, são determinados as relações estruturais e identificados os pontos de vista elementares e fundamentais, anteriormente chamados de características das ações e objetivos dos atores, considerados importantes na tomada de decisão, que por suas características individuais não podem ser negligenciados, pois objetivos e características unidos foram definidos por Bana e Costa, (1992) como pontos de vista.

Um ponto de vista representa todos os aspectos da realidade decisória que o analista entende como importante para a construção de um modelo de avaliação das ações existentes ou geradas durante o processo decisório. Esse aspecto, que emana do sistema de valores e/ou estratégias de intervenção de um ator no processo de decisão, agrupa elementos primários que interferem de forma indissociável na formação das preferências desse ator Bana e Costa, (1992) e dentro do processo decisório revela diversos elementos importantes segundo o julgamento dos atores.

Sendo um ponto de vista a explicitação de um valor a levar em consideração na avaliação das ações, é importante distinguir a diferença entre um Ponto de Vista Fundamental (PVF) e um Ponto de Vista Elementar (PVE).

Um ponto de vista fundamental é um fim em si mesmo, ou seja, é importante porque é importante, e reflete um valor fundamental Bana e Costa, (1992). Um ponto de vista fundamental pode também ser definido como um conjunto de pontos de vista elementares PVEs ou o fim para o qual vários valores mais elementares contribuem. Já um ponto de vista elementar PVE é o meio para formar outro elemento, portanto, é mais meio, sendo assim denominado de ponto de vista elementar.

Para que um ponto de vista possa ser considerado fundamental é necessário observar as propriedades dos PVFs descritas a seguir.

- *Inteligibilidade*: um PVF deve ser adequado tanto como ferramenta que permita a modelar as preferências dos atores, quanto como base de comunicação, argumentação e confrontação de valores e convicções entre atores Bana e Costa, (1993).
- *Consensualidade*: um PVF deve ser aceito por todos os atores como suficientemente importante para influenciar a decisão e, portanto, ser levado em conta no modelo. Deverá também existir vontade e consensualidade entre atores e intervenientes do processo de tomada de decisão, em submeter as ações de uma avaliação parcial segundo um ponto de vista, isto é, segundo os aspectos elementares que formam este ponto de vista Corrêa, (1996).
- *Operacionalidade*: para um PVF seja operacionalizável, deve permitir a existência de uma escala de preferência local associada aos níveis de impacto de tal PVF, e possibilitar a construção de um indicador de impacto (que projeta o impacto de uma dada ação sobre o PVF). A primeira condição é necessária mas não suficiente, uma vez que é indissociável da segunda Bana e Costa, (1993).
- *Isolabilidade*: um PVF é isolável se é possível avaliá-lo considerando todos os demais PVFs como constantes (abstração conhecida como *ceteris paribus*, onde considera-se que não há relações de dependência entre PVFs). Esta propriedade,

portanto, define a possibilidade da independência de julgamentos locais, de importância vital ao processo de estruturação Bana e Costa, (1993).

Identificado dentre os candidatos a ponto de vista, aqueles que atendem as propriedades dos PVFs surge então o conjunto da família dos pontos de vista ou FPVFs, (Bana e Costa, 1992) tendo início a fase de avaliação das ações potenciais, pela operacionalização dos PVFs, com o objetivo de descrever o impacto das ações potenciais em cada PVF. Para tal, são construídos descritores, indicadores de impacto ou dispersão, mediante combinações para obtenção de todos possíveis estados dos PVEs, ou a construção de diagramas no caso de PVEs não isoláveis .

Uma FPVFs deve garantir a coesão entre o papel de cada um dos PVFs envolvidos na formação dos julgamentos de valor locais, e o papel desse mesmo PVFs na elaboração das preferências globais do decisor. Isto é, não é possível dissociar a formação deste julgamento, tanto locais como globais do contexto decisional (Bana e Costa apud Corrêa, 1996).

2.11 - ESTRUTURA ARBORESCENTE

Na construção de uma estrutura arborescente, os pontos de vista são dispostos de acordo com as hierarquias. No nível inferior da estrutura estão localizados os pontos de vista elementares, como anteriormente definidos, são os pontos de vista meios que se vão agrupando para formar os pontos de vista mais internos ou hierarquicamente superiores, os pontos de vista fundamentais, que uma a vez agrupados formam áreas de interesse ou áreas de preocupação formando o objetivo global do processo decisório (Bana e Costa apud Corrêa, 1996).

Os pontos de vista fundamentais poderão estar localizados em qualquer nó da estrutura arborescente, não havendo necessidade de ocupar o mesmo nível hierárquico da estrutura, exceto o nó localizado no topo da estrutura, identificado como objetivo fim da análise.

Bana e Costa (apud Corrêa, 1996) ressaltam a importância da árvore de pontos de vista ao afirmar ser possível melhorar a comunicação entre atores, tornando mais compreensível a situação decisional, permitindo clarificar convicções, assim como seus fundamentos. A estrutura arborescente facilita compromisso entre os interesses e aspirações de cada ator envolvido.

Finalizada a construção da estrutura arborescente, e validada pelo decisor, é possível identificar os pontos de vista que formam uma família de pontos de vista. Esses pontos de vista serão, então, operacionalizados com a construção de descritores como próxima etapa do processo de apoio à decisão.

2.12 - OS DESCRITORES

Os descritores são essenciais à fase de estruturação por sua capacidade de identificar, de modo adequado, o significado de cada PVF, e assim compreendido pelos atores do processo decisional.

A construção de um descritor para cada PVF permite clarificar o seu significado, tornando-o inteligível e afastando a possibilidade de ambiguidade quanto às características das ações que o PVF enseja.

Através de método iterativo, o decisor é questionado pelo facilitador para que expresse suas preferências, definindo um conjunto de níveis de impacto bem explicitados em relação ao seu significado, sendo estes níveis o mais preciso possível no seu significado (Bana e Costa apud Corrêa, 1996). O facilitador poderá ainda recorrer a um terceiro ator, especialista, que auxiliará o decisor na explicitação de suas preferências.

Portanto, para ser operacionalizável, um descritor deverá ser definido como sendo um conjunto de níveis de impacto N , que constituem uma escala de preferência local, associados a um ponto de vista fundamental j , sendo $N_{j k}$ a

representação de cada nível de impacto desse descritor, que corresponde à representação do impacto de uma ação ideal, de tal forma que a comparação entre dois níveis quaisquer do descritor resulta sempre em uma diferença clara aos olhos dos atores, em termos dos elementos primários de avaliação que formam esse ponto de vista fundamental, não resultando dúvidas em nenhum caso, (Bana e Costa apud Corrêa, 1996).

Desta forma, a ordenação dos níveis de impacto do descritor resulta em uma estrutura ordenada, proporcionando um instrumento necessário na avaliação das ações potenciais, de modo a representar os valores do decisor, como anteriormente comentado, pela associação de um nível de impacto a um PVF, por meio de descritores classificados como diretos (ou naturais) e indiretos Keeney, (1992).

São identificados como descritores diretos aqueles em que há um conjunto de níveis naturalmente associado a um ponto de vista, Bana e Costa (1993), havendo uma interpretação comum a cada uma das pessoas envolvidas no processo decisório. Exemplo: seja PVF_j a minimização do custo de uma obra, sendo seu descritor “custo em unidades monetárias” em notação matemática, $N_j = \{s. 1\$ \mid s \in \mathbb{N} \text{ e } s_* \leq s \leq s^*\}$, ou seja, s é medido em valores monetários, pertence ao conjunto de números naturais (\mathbb{N}) e está limitado, sendo s_* seu menor valor admissível e s^* seu valor máximo admissível, então esse descritor é direto.

Descritores indiretos são aqueles que não atuam verdadeiramente como um descritor direto de um ponto de vista, embora permita torná-lo operacional. Exemplo: seja PVF_j o ponto de vista *acessibilidade de um linha de metrô às regiões de uma cidade*. Não há nenhum descritor naturalmente disponível para “nível de acessibilidade”. Pode-se, para tornar operacional tal PVF optar por um descritor indireto, em que a acessibilidade seja obtida em termos da distancia d , em centímetros, existentes no mapa de referencia entre o ponto mais distante de cada região urbana em questão e a linha de metrô. Matematicamente este descritor pode ser representado por $N_j = \{d \text{ 1cm} \mid d \in \mathbb{R} \text{ e } 0 \leq d \leq d^*\}$, sendo d^* a distância máxima plausível Bana e Costa (1993).

Descritores construídos, aqueles em que seus elementos primários têm caráter qualitativo e subjetivo na construção dos níveis de impacto. Exemplo: seja PVF_j o ponto de vista *manutenibilidade de um revestimento*, que tem caráter subjetivo e não sendo possível avaliar este PVF através de um descritor natural ou indireto, Detoni (1996).

É importante observar que, inexistindo um descritor direto, nada garante que um descritor indireto de um PVF seja único, nem que ele seja suficientemente adequado (e/ou mais adequado) a permitir que tal descritor realize adequadamente a função de operacionalizador do PVF Bana e Costa (1993).

Os exemplos acima descritos são do tipo quantitativo e qualitativo. No entanto, com frequência encontramos situações em que os PVFs necessitam de descritores qualitativos ou construídos, Keeney (1992). Nesse casos, para operacionalizar tais descritores, são necessárias combinações dos estados de referência segundo vários PVEs estruturalmente dependentes, que resultam por vezes em um número um pouco elevado de níveis de impacto Bana e Costa (1994).

Assim, um descritor pode ser definido como os possíveis estados assumidos pelas ações ou pela combinação de seus elementos formadores, segundo um ponto de vista fundamental.

2.13 - ESCALAS CARDINAIS

Após identificados e ordenados por níveis de impacto, e assim associados a uma escala de preferência local, as ações potenciais são então avaliadas, com a construção de uma escala numérica de intervalos, para cada ponto de vista fundamental.

Bana e Costa (apud Corrêa, 1996) destaca a importância da construção das escalas de valor cardinais, como base para a fase de avaliação em apoio a decisão, e subdivide esta fase em:

- construção para cada ponto de vista de um modelo de preferência local sobre um conjunto de ações potenciais A ;
- agregação dos julgamentos de preferência locais em um modelo de avaliação global, utilizando um conjunto adicional de informações interpontos de vista.

As escalas cardinais expressam o valor das ações potenciais através do conceito de atratividade, que o decisor externa quando questionado pelo facilitador quanto ao que esse sente em relação a cada ação potencial.

Bana e Costa e Vansnick (apud Corrêa, 1996), definem a explicitação da idéia de atratividade pelo decisor como sendo a construção de uma função critério, $v_j : A \rightarrow R : a \rightarrow v_j(a)$ tal que não só o número real represente numericamente o valor de $a \in A$, em termos de PVF_j , no sentido em que :

$\forall a, b \in A$ $v(a) > v(b)$ se (e só se) para o avaliador a é mais atrativa (localmente) que b ($a P b$), e que a diferença de atratividade positiva $v(a) - v(b)$ represente numericamente a diferença de valor entre a e b , com $a P b$ sempre em termos de PVF_j , de forma a atender a seguinte condição:

$\forall a, b, c, d \in A$ com a mais atrativa que b e c mais atrativo que d , para o avaliador, o quociente $[v(a) - v(b)] / [v(c) - v(d)]$ reflete, em termos relativos, a diferença de atratividade percebida pelo decisor, (de forma mais ou menos precisa) entre a e b tomando como referência a diferença de atratividade entre c e d de modo que:

$\forall a, b, c, d \in A$ $v(a) - v(b) > v(c) - v(d)$ se (e só se) a diferença de atratividade entre a e b é maior que a diferença de atratividade entre c e d .

Uma das dificuldades na operacionalização das escalas de valor está relacionada com a capacidade do decisor em explicitar seus valores, diante de uma quantidade elevada de níveis de impacto. Dentro dessa perspectiva, a metodologia Macbeth surge como o meio adequado na identificação da intensidade de preferência do decisor em relação a duas ações potenciais a e b , avaliadas de modo comparativo.

Desta forma, tem início a fase de avaliação de acordo com as definições de Roy (1985) e Bana e Costa (1992), uma vez que as escalas cardinais são construídas a partir dos valores expressos pelo decisor.

2.14 - MATRIZ JUÍZO DE VALOR

Tendo identificado os pontos de vista fundamentais, ordenados os estados dos PVFs (níveis), segundo o juízo de valor do decisor, a fase de avaliação prossegue, com a utilização de uma matriz de juízo de valor de ordem $M \times M$, facilitando ao decisor expressar seu julgamento absoluto de diferença de atratividade entre pares de ações, para cada um dos PVFs (Banna e Costa e Vansnick, 1994a, 1995a,b).

Na matriz triangular superior são expressas as diferenças de atratividade entre pares de ações $(a_i, a_{j,i}) \in C_k$ onde $\forall i > j$ com $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$, $x_{i,j}$ assume o valor de $k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$, sendo que os números do conjunto k não tem significado matemático, usados apenas como indicadores das categorias semânticas de diferença de atratividade.

2.15 - PREFERÊNCIAS GLOBAIS

Prosseguindo com o processo de apoio à decisão é necessário obter informações de caráter interpontos de vista, para então processar a avaliação global das alternativas. A determinação das taxas de substituição dos PVFs após a

ordenação desse PVFs permitirá a construção de uma regra de agregação (aditiva, neste caso) sendo tais parâmetros na realidade constantes de escala usadas na construção das escalas cardinais, de acordo com a importância relativa atribuída pela decisor a esses parâmetros.

Na obtenção das taxas de substituição, são observadas duas etapas distintas, a primeira, a ordenação os pontos de vista, seguida da geração de uma escala que fornecerá as taxas de substituição, Corrêa (1996).

A ordenação dos PVFs segundo a atratividade em ordem decrescente, e a obtenção das taxas de substituição, serão operacionalizado através de uma matriz de juízo de valor, de modo análogo ao da construção das escalas de valor cardinal dos níveis de impacto dos pontos de vista .

A construção da matriz de juízo de valor, além de exibir os pontos de vista ordenados de maneira inteligível, facilita a explicitação dos julgamentos de diferenças de atratividade. Outra grande vantagem da matriz, consiste na facilidade de visualizar inconsistências semânticas, observando os conceitos de diferença de atratividade crescente da direita para a esquerda e decrescente de cima para baixo. Permite ainda a introdução de uma ação fictícia A_0 que possui um nível neutro em todos os pontos de vista, necessária no que diz respeito a capacidade de avaliar a diferença de atratividade entre passar do nível neutro para o nível bom no ponto de vista fundamental menos importante mantendo-se neutro nos demais pontos de vista fundamentais, Corrêa (1996).

O método *Macbeth* será utilizado como anteriormente descrito, para escalas cardinais. Primeiro são verificadas a existência de possíveis inconsistências semânticas e cardinais referentes ao juízo de valor do decisor. Em um segundo momento, esta escala é normalizada, fornecendo as taxas de substituição entre os PVFs necessárias a utilização de um modelo aditivo.

2.16 - PERFIL DE IMPACTO DAS AÇÕES

A fase de estruturação de um processo de apoio a decisão, finaliza com a identificação do perfil de impacto de cada ação potencial sobre cada ponto de vista, proporcionando os meios necessários a tarefa de operacionalização dos PVFs. Bana e Costa (apud Corrêa, 1996) enfoca a necessidade de definir em certos casos, além dos indicadores de impacto, indicadores de dispersão.

Na identificação dos níveis de impacto, para um conjunto A de ações potenciais, é imprescindível existir um dado conjunto N_j de níveis de impacto, segundo um ponto de vista fundamental PVF_j , operacionalizados de tal forma que a projeção do conjunto A de ações sobre a escala N_j , represente de modo adequado os níveis de impacto de cada ação, Bana e Costa (1992).

Um indicador de impacto I_j de um PVF_j é definido em Corrêa (1996), como uma aplicação do conjunto de ações potenciais de A em um subconjunto não vazio dos níveis de impacto N_j , o mais restrito possível, que represente da melhor maneira o impacto real de cada ação.

Para auxiliar na melhor avaliação dos impactos das ações, sobre os descritores, dada as características de imprecisão das informações fornecidas pelos atores, surgem os indicadores de dispersão como uma ferramenta valiosa.

Segundo Roy (1986), os indicadores de dispersão são meios complementares das informações contidas em um indicador de impacto, que descreve de que forma, entre quais limites, estas informações são precisas, incorretas ou indeterminadas.

Concluída a etapa que determina o perfil de impacto das ações $I_j = \{I_1(a), I_2(a) \dots I_n(a)\}$, são obtidos os valores numéricos associados a valores cardinais, para cada nível de impacto N_j de cada descritor, permitindo assim uma avaliação parcial das ações, associando a cada I_j o seu respectivo valor numérico no descritor N_j .

Dentro do processo de apoio a decisão, na próxima etapa, será processada a avaliação global das ações ou alternativas. Serão usadas análises de sensibilidade em auxílio a análise dos resultados, que deverão ser validados pelo decisor, ao longo do processo, resultando desta forma em um melhor conhecimento do problema em análise, ou ainda, identificar onde medidas mais eficazes são necessárias na equação do problema.

CAPÍTULO 3

IMPORTÂNCIA DAS ESCALAS NA AVALIAÇÃO

3.1 INTRODUÇÃO

Situações decisoriais geralmente envolvem grande número de pontos de vista que, separadamente, podem ser considerados como problemas menores e geralmente conflitantes. A seleção de rotas para LTs, por exemplo, requer decisões adequadas na apreciação dos objetivos, tais como: minimizar custos, reduzir impactos ambientais e sócio-econômicos e observar as especificações técnicas, que, por sua vez, trazem consigo objetivos que se sobrepõem, na observação das leis da física que regem a eletricidade e a preocupação constante em valorizar a segurança da população.

Ao enfrentar essas situações decisoriais, onde existem vários objetivos, o decisor terá de decidir por cursos de ações que melhor se adequam ao problema ou que lhe forneça a melhor solução.

Desta forma, fica evidente que, a cada ação, o decisor é solicitado a enfrentar situações que necessitam de meios adequados de avaliação, ou seja, uma única escala formal capaz de avaliar o grau de atratividade dessa, por uma ou outra ação segundo seu juízo de valores. Em situações decisoriais em que o decisor não enfrenta elementos de risco ou incerteza, esta escala única terá características de uma função de valor ou, ainda, uma função utilidade, quando o risco e a incerteza estão presentes.

Tendo identificado os descritores que irão medir a performance dos elementos de decisão em relação a um objetivo, esses elementos (ou pontos de vistas), são identificados e delimitados com a construção da (ver capítulo 4, p. 101) árvore de pontos de vista, necessária na identificação da família dos pontos de vista.

Obtidos esses descritores, mesmo em situações em que os pontos de vista fundamentais não são facilmente descritos ou representados por variáveis, o decisor é solicitado a expressar o seu nível preferível e o seu nível menos preferível. Tomemos como exemplo uma ação fictícia de uma situação decisional destinada a localizar equipamentos de um sistema de distribuição urbano fechado em anel, com múltiplas possibilidades de localização. O decisor, em uma de escala pontuada de zero a cem, atribui à alternativa “A” uma pontuação identificada como a menos preferível ou “zero”, à alternativa “B” são atribuídos 30 pontos, à “C” são atribuídos 60 pontos e à alternativa “D”, 100 pontos.

Avaliando a pontuação das alternativas, seria irreal estabelecer que a alternativa “D” é duas vezes preferível à “B”, uma vez que “A” foi arbitrada, fornecendo desta forma uma escala de intervalo, que permite apenas a comparação entre dois pontos da mesma escala. Um bom exemplo seria a comparação da escala Celcius com Fahrenheit. Não seria correto afirmar que 40°C de temperatura é o dobro de 80°C, pois comparado com a escala Fahrenheit, teríamos 175°F e 104°F de temperatura .

Um modo adequado para contornar tais distorções seria solicitar ao decisor que, antes de explicitar seus valores, comparasse a amplitude dos intervalos de escala usados na avaliação das ações, e assim, explicitar a diferença de atratividade em passar do nível menos preferível para o nível preferível em cada ponto de vista fundamental.

Para comparar de modo adequado o impacto das ações em todos os pontos de vista, é preciso normalizar os níveis considerados pelo decisor como menos preferível e preferível, possibilitando desta forma utilizar um modelo aditivo capaz de proceder uma análise global das ações segundo todos os pontos de vista fundamentais, através de uma função de agregação aditiva.

3.1 - FUNÇÃO DE AGREGAÇÃO ADITIVA

Seja uma ação potencial $a \in A$, e uma família de pontos de vista fundamentais $F = \{PVF_1, PVF_2, \dots, PVF_n\}$. Para a ação a , avaliada segundo cada PVF_j , é associada uma escala de valor local v_j (que se constitui uma escala de intervalos) bem como uma taxa de substituição k_j .

É possível determinar uma escala de valor global $V(a)$, conforme a Figura 3.1, através de uma função de agregação aditiva do tipo, Roy (1990):

$$V(a) = \sum_{j=1}^n k_j \cdot v_j(a) \quad [1]$$

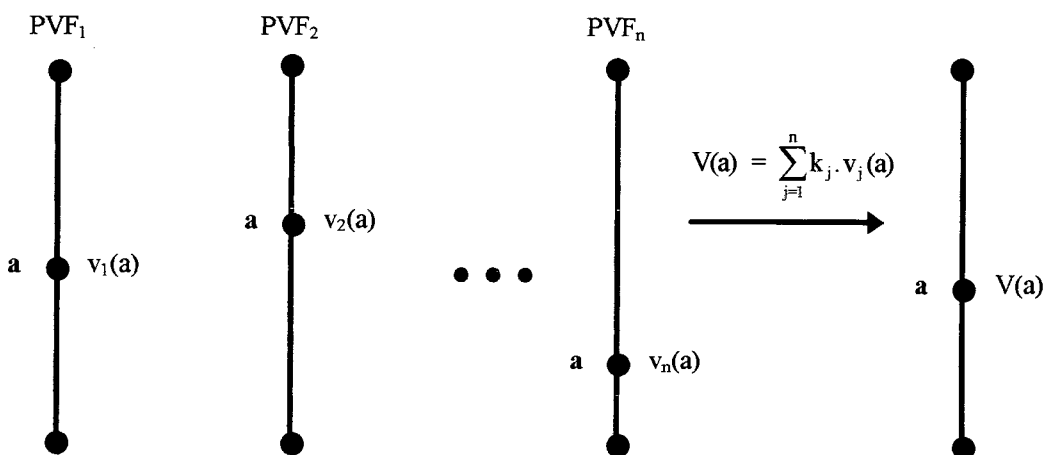


Figura 3.1 - Função de agregação aditiva.

No entanto, duas restrições colocam-se na utilização da função de agregação aditiva:

$$\sum_{j=1}^n k_j = 1 \quad [r1]$$

$$k_j > 0 \quad [r2]$$

A razão da existência dessas duas restrições será abordada a seguir

3.1 - Limites da Escala

Seja $a, a^*, a_* \in A$, com:

$v_j(a^*)$ o valor na escala local v_j da melhor ação potencial no PVF_j ,
com $j = 1, 2, \dots, n$

$v_j(a_*)$ o valor na escala local v_j da pior ação potencial no PVF_j ,
com $j = 1, 2, \dots, n$

$V(a^*)$ o valor na escala global da melhor ação potencial a^*

$V(a_*)$ o valor na escala global da pior ação potencial a_*

Fazendo com que as funções de atratividade local e global assumam todas o mesmo valor c' para a melhor ação a^* :

$$\begin{aligned} v_j(a^*) &= c', \quad \text{com } j = 1, 2, \dots, n \\ V(a^*) &= c' \end{aligned}$$

e da mesma forma, que a pior ação assuma c'' :

$$\begin{aligned} v_j(a_*) &= c'', \quad \text{com } j = 1, 2, \dots, n \\ V(a_*) &= c'' \end{aligned}$$

sendo $c', c'' \in \mathbb{R}$ e $c' > c''$.

Então de [1] tem-se:

$$V(a^*) = \sum_{j=1}^n k_j \cdot v_j(a^*)$$

$$c' = \sum_{j=1}^n k_j \cdot c' \quad \Rightarrow \quad \sum_{j=1}^n k_j = 1$$

$$V(a_*) = \sum_{j=1}^n k_j \cdot v_j(a_*)$$

$$c'' = \sum_{j=1}^n k_j \cdot c'' \quad \Rightarrow \quad \sum_{j=1}^n k_j = 1$$

Logo, para que os limites inferior e superior das escalas de valor local e global coincidam é necessário que a soma de k_j seja igual a 1, o que é descrito pela restrição [r1] da função de agregação aditiva.

3.2 - ESCALA DE VALOR GLOBAL - UMA ESCALA DE INTERVALOS

Deseja-se provar que uma escala de valor global como [1] constitui-se uma escala de intervalos. Para tanto ela deve admitir uma transformação linear do tipo $\alpha.v + \beta$, conforme será descrito na próxima seção. Assim, fazendo-se:

$$u_j(a) = \alpha.v_j(a) + \beta$$

então

$$\begin{aligned} U(a) &= \sum_{j=1}^n k_j \cdot u_j(a) \\ &= \sum_{j=1}^n k_j \cdot [\alpha.v_j(a) + \beta] = \sum_{j=1}^n [\alpha.k_j.v_j(a) + \beta.k_j] \end{aligned}$$

chamando-se

$$\alpha' = \alpha \cdot k_j \quad \text{e} \quad \beta' = \beta \cdot k_j$$

tem-se:

$$U(a) = \sum_{j=1}^n [\alpha' \cdot u_j(a) + \beta']$$

e portanto $V(a)$ admite a T.L. do tipo acima, sendo uma escala de intervalos, desde que:

$$\alpha' > 0 \Rightarrow \alpha \cdot k_j > 0$$

como $\alpha > 0$, então para que a escala de valor global $V(a)$ seja uma escala de intervalos, deve-se ter $k_j > 0$, sendo esta a restrição [r2] do modelo de agregação aditiva.

3.3 - ESCALAS DE RAZÕES E DE INTERVALOS

A metodologia *Macbeth* utiliza-se de uma escala de diferença de atratividade, e não de uma escala de razões de importância (ou prioridade), como no AHP, por exemplo. Os conceitos de importância e atratividade são diferentes, na medida em que o primeiro admite um oposto (atratividade negativa ou repulsividade) e o segundo não, Bana e Costa e Vansnick, (1995). Ainda mais, a escala gerada pela abordagem *Macbeth* é uma escala de intervalos, como será apresentado a seguir.

Uma escala de mensuração $v: A \rightarrow \mathfrak{R}$ é, por definição (Vansnick, 1990):

- uma escala de intervalos, quando uma transformação admissível de v são todas as funções $u: v(a) \rightarrow \mathfrak{R}$ na forma

$$u(a) = \alpha \cdot v(a) + \beta, \quad \text{com } \alpha, \beta \in \mathfrak{R}, a \in A \quad \text{e} \quad \alpha > 0 \quad [2]$$

- uma escala de razões, quando uma transformação admissível de v são todas as funções $u: v(a) \rightarrow \mathfrak{R}$ na forma

$$u(a) = \alpha \cdot v(a), \quad \text{com } \alpha \in \mathfrak{R}, a \in A \quad \text{e} \quad \alpha > 0 \quad [3]$$

3.4 - ESCALA DE INTERVALOS

Seja v_i uma escala de intervalos em que estão alocadas três ações $a, b, c \in A$ (ver Figura 3.2.a). Em uma escala deste tipo a comparação entre ações a ser feita deve referir-se às diferenças de valor entre dois pares de ações na escala. Assim:

$$[v_i(b) - v_i(a)] / [v_i(c) - v_i(b)] = h \quad \text{onde } h \in \mathfrak{R} \quad h > 0$$

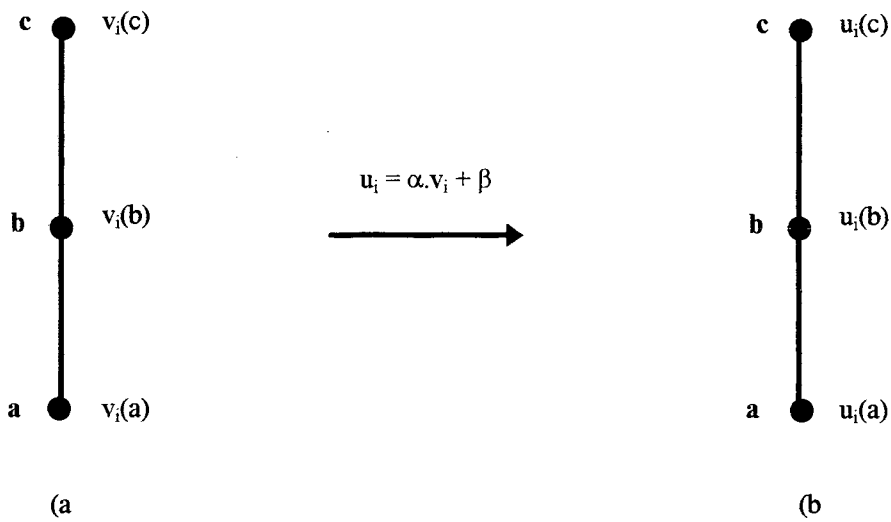


Figura 3.2.- Transformação linear para uma escala de intervalos.

Fazendo uma transformação linear (T.L.) do tipo [2] sobre v_i , gera a função u_i (ver Figura 3.2 b), tal que:

$$\begin{aligned}
 & [u_i(b) - u_i(a)] / [u_i(c) - u_i(b)] \\
 &= \{[\alpha \cdot v_i(b) + \beta] - [\alpha \cdot v_i(a) + \beta]\} / \{[\alpha \cdot v_i(c) + \beta] - [\alpha \cdot v_i(b) + \beta]\} \\
 &= \{\alpha [v_i(b) - v_i(a)] + \beta - \beta\} / \{\alpha [v_i(c) - v_i(b)] + \beta - \beta\} \\
 &= \{\alpha [v_i(b) - v_i(a)]\} / \{\alpha [v_i(c) - v_i(b)]\} \\
 &= [v_i(b) - v_i(a)] / [v_i(c) - v_i(b)] = h
 \end{aligned}$$

Portanto uma T.L. do tipo [2] realizada sobre uma escala de intervalos não altera o valor das diferenças de valor entre dois pares de ações.

Exemplo:

Seja um conjunto de três ações em uma escala v_i , tal que $v_i(a) = 0$, $v_i(b) = 5$ e $v_i(c) = 10$, conforme a Figura 3.3.a. Conclui-se que:

$$[v_i(b) - v_i(a)] / [v_i(c) - v_i(b)] = [10 - 5] / [5 - 0] = 1$$

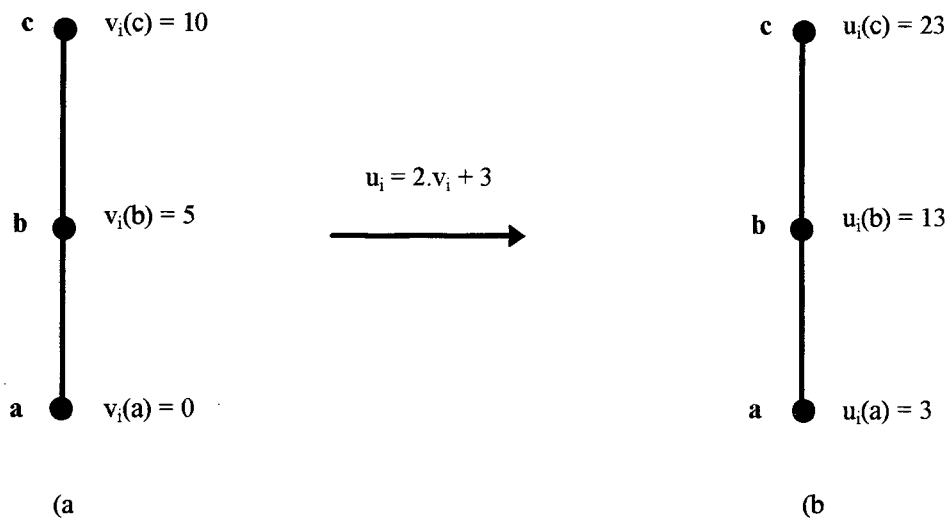


Figura 3.3.- Exemplo de uma T.L. em uma escala de intervalos.

Esta escala v_i pode sofrer uma T.L. $u_i = 2.v_i + 3$. Então $u_i(c) = 23$, $u_i(b) = 13$, $u_i(a) = 3$ (ver a Figura 3.3.b), e as proporções dos intervalos se mantêm:

$$[u_i(b) - u_i(a)] / [u_i(c) - u_i(b)] = [13 - 3] / [23 - 13] = 1$$

3.5 - ESCALA DE RAZÕES

Seja v_r uma escala de razões em que estão alocadas três ações $a, b, c \in A$ (ver Figura 3.4 a). Neste tipo de escala podem-se comparar as razões existentes entre os valores das ações na escala. Assim:

$$v_r(c) / v_r(a) = r_1 \quad \text{onde } r_1 \in \mathfrak{R} \quad r_1 > 0$$

$$v_r(b) / v_r(a) = r_2 \quad \text{onde } r_2 \in \mathfrak{R} \quad r_2 > 0$$

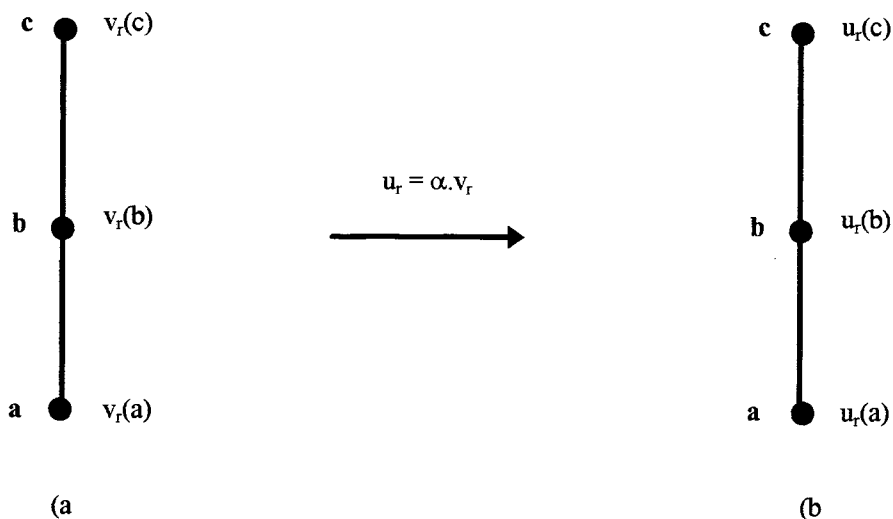


Figura 3.4 - Transformação linear para uma escala de razões.

Fazendo uma transformação linear (T.L.) do tipo [3] sobre v_r , gera a função u_r (ver Figura 3.4.b), tal que:

$$u_r(c) / u_r(a) = [\alpha \cdot v_r(c)] / [\alpha \cdot v_r(b)] = r_1$$

$$u_r(b) / u_r(a) = [\alpha \cdot v_r(b)] / [\alpha \cdot v_r(b)] = r_2$$

Portanto uma T.L. do tipo [3] realizada sobre uma escala de razões não altera o valor das razões entre pares de ações.

Por outro lado, uma escala de razões *não* admite uma T.L. do tipo [2] sobre v_r . Caso seja feita uma transformação deste tipo sobre a escala, teria-se u_r :

$$u_r(c) / u_r(a) = [\alpha \cdot v_r(c) + \beta] / [\alpha \cdot v_r(b) + \beta] = r'_1$$

$$u_r(b) / u_r(a) = [\alpha \cdot v_r(b) + \beta] / [\alpha \cdot v_r(b) + \beta] = r'_2$$

e então:

$$r'_1 \neq r_1 \quad \text{e} \quad r'_2 \neq r_2$$

Exemplo:

Seja um conjunto de três ações em uma escala v_r , tal que $v_r(a) = 1$, $v_r(b) = 3$ e $v_r(c) = 6$, conforme a Figura 3.5.a. Conclui-se que:

$$v_r(c) / v_r(a) = 6 / 1 = 6$$

$$v_r(b) / v_r(a) = 3 / 1 = 3$$

Esta escala v_r pode sofrer uma T.L. do tipo $u_r = 2 v_r$. Então $u_r(c) = 12$, $u_r(b) = 6$, $u_r(a) = 2$ (ver a Figura 3.5.b), e as razões entre os valores das ações na escala se mantêm:

$$u_r(c) / u_r(a) = 12 / 2 = 6$$

$$u_r(b) / u_r(a) = 6 / 2 = 3$$

Esta escala v_r , por outro lado, *não pode* sofrer uma T.L. do tipo $u_r = 2 v_r + 3$. Então $u_r(c) = 15$, $u_r(b) = 9$, $u_r(a) = 5$, e as razões entre os valores das ações na escala *não* se mantêm:

$$u_r(c) / u_r(a) = 15 / 5 = 3 \neq 6$$

$$u_r(b) / u_r(a) = 9 / 5 = 1,8 \neq 3$$

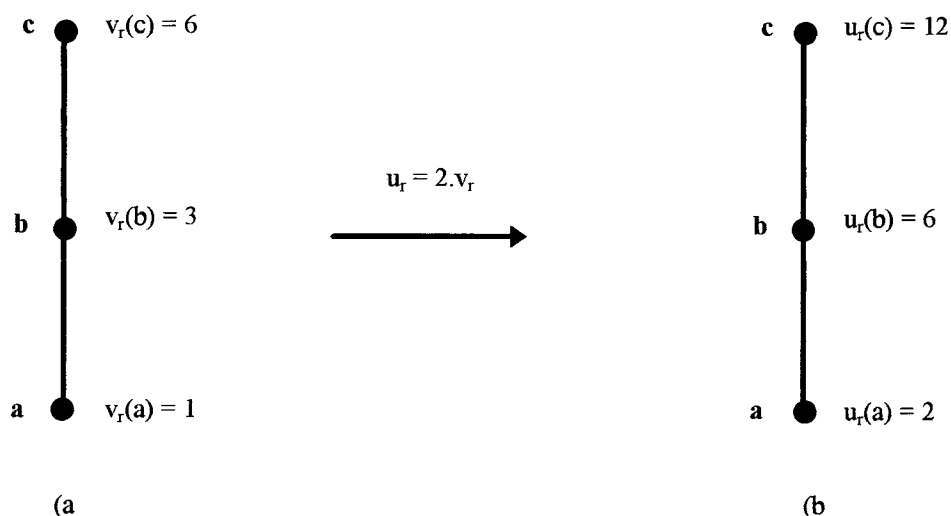


Figura 3.5 - Um exemplo de uma T.L. para uma escala de razões.

3.6 - INFLUÊNCIA DO INTERVALO DE ESCALA NA DETERMINAÇÃO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO NO MODELO ADITIVO

A utilização de uma abordagem compensatória, como, por exemplo, um modelo que use uma forma de agregação aditiva, torna necessária a obtenção de informações de

natureza inter-PVF para que seja possível a avaliação global das ações presentes. Essas informações são taxas de substituição necessárias para que sejam deduzidos valores para os parâmetros (em linguagem comum, “pesos”) incluídos na regra de agregação (que geralmente é aditiva). Esses parâmetros são na realidade *constantes de escala* necessárias para que as funções-critério cardinais sejam consideradas de uma mesma forma.

Assim, nos métodos multicritérios de agregação a um critério único de síntese, essas constantes de escala não possuem nenhum significado intrínseco ou absoluto e, portanto, não é correto teoricamente determiná-las sem o conhecimento da extensão das escalas de impactos. Keeney (1992), na seção *The most common critical mistake*, ressalta a importância do conhecimento sobre o intervalo de escala na atividade de determinação das taxas de substituição, referindo-se a um exemplo muito elucidativo a respeito de preocupações com a qualidade do ar.

Para Keeney (1992), caso fosse perguntado às pessoas se a qualidade do ar é mais importante do que o custo envolvido para manter tal qualidade aceitável, quase com certeza todos responderiam que o controle da poluição é mais importante. Alguém poderia até mesmo aventurar-se a dizer que a qualidade do ar é três vezes mais importante que os custos para regular a emissão de poluentes. Esse sentimento pode até fazer sentido, no entanto não tem utilização nenhuma para a construção de um modelo de valores.

Com base na afirmação acima alguém poderia questionar: isto iria significar que diminuir a concentração de um determinado poluente em uma parte por milhão valeria um gasto de 2 bilhões de dólares? Provavelmente a mesma pessoa que antes afirmou que a qualidade do ar é três vezes mais importante, responderia “é claro que não”. Quando fosse questionado a esclarecer sua opinião, a pessoa poderia naturalmente argumentar que a diminuição da poluição foi muito pequena para um gasto tão grande.

Esse exemplo, apesar de simples, não deixa dúvidas sobre a necessidade de ser levada em conta a extensão das escalas de impacto quando da determinação das taxas de

substituição dos modelos aditivos. Portanto, o fato de os pesos no modelo aditivo serem taxas de substituição, que operacionalizam a noção de compensação, obriga que a sua determinação seja feita com referência às escalas de impactos dos critérios. É por tal razão que os procedimentos de ponderação corretos - desde o clássico *tradeoff procedure* de Keeney e Raiffa (1976), até o mais pragmático *swing weighting* de von Winterfeld e Edwards (1986) baseiam o cálculo das taxas de substituição em respostas dos avaliadores a questões que requerem da parte destes a comparação de alternativas de referência. A seguir, mostra-se a influência do intervalo de escala na determinação das taxas de substituição através de um exemplo.

Deseja-se adquirir um carro levando em consideração três pontos de vista fundamentais para apreciação das possíveis ações a serem tomadas.

Pontos de vista fundamentais:

1. Potência
2. Segurança
3. Custo de aquisição

A Tabela 3.1 abaixo, mostra o impacto de cada ação potencial sobre os pontos de vista fundamentais considerados. A determinação dos impactos foi feita com base em uma função de valor, em que o melhor carro obteve 100 pontos, e o pior, 0 pontos em cada um dos pontos de vista fundamentais considerados.

	Potência	Segurança	Custo de Aquisição
Carro 1	100	0	50
Carro 2	30	0	0
Carro 3	0	100	100
Carro 4	50	20	40
Carro 5	70	60	27

Tabela 3.1 - Impacto das Ações nos Pontos de Vista Fundamentais.

Para tornar possível uma avaliação global dos veículos, identificando-se assim aquele que melhor atende os objetivos representados pelos pontos de vista fundamentais

acima, foram determinadas as seguintes taxas de substituição (“pesos”) para cada um dos PVF’s:

Potência	10%
Segurança	30%
Custo de aquisição	60%

Desta forma, a avaliação global das alternativas pode ser dada pela Tabela 3.2 abaixo. Nota-se que o Carro 3 foi considerado o melhor, sendo o Carro 5 identificado como o segundo melhor, seguido pelo Carro 1.

		Total	Ordenação
Carro 1	$100 \times 0,10 + 0 \times 0,30 + 50 \times 0,60$	40	3°
Carro 2	$30 \times 0,10 + 0 \times 0,30 + 0 \times 0,60$	3	5°
Carro 3	$0 \times 0,10 + 100 \times 0,30 + 100 \times 0,60$	90	1°
Carro 4	$50 \times 0,10 + 20 \times 0,30 + 40 \times 0,60$	35	4°
Carro 5	$70 \times 0,10 + 60 \times 0,30 + 27 \times 0,60$	41,2	2°

Tabela 3.2 - Avaliação Global das Alternativas.

Pode-se ilustrar, agora, como a determinação dos pesos sem preocupação com os intervalos de escalas pode levar a resultados equivocados. Isto é facilmente visualizado retirando-se o Carro 3 da análise acima, mas utilizando-se as mesmas taxas de substituição determinadas anteriormente, ou seja, não se importando com a extensão das escalas.

Caso o Carro 3 fosse retirado da análise, a extensão das escalas iria mudar, uma vez que foi estabelecido que o melhor carro receberia 100 pontos e o pior 0 em cada um dos pontos de vista fundamentais. Assim, a nova escala para o ponto de vista fundamental *Potência* teria a forma da Figura 3.6. A Figura 3.7 ilustra os valores reescalados para o PVF *Segurança*, enquanto que a Figura 3.8 mostra os novos valores para o PVF *Custo de Aquisição*.

Pode-se notar, pelas figuras, que os valores atribuídos a todos os carros devem ser reescalados de forma a manter as proporções dos intervalos das escalas. Assim, o novo valor do Carro4 no PVF *Potência* deve ser recalculado mantendo-se as proporções desta escala. Assim, se uma diferença que anteriormente era de 70 pontos {Carro1 (100 pontos) - Carro2 (30 pontos)} passou agora a ser de 100 pontos, uma diferença que antes era de 20 pontos {Carro4 (50 pontos) - Carro2 (30 pontos)} deve passar agora a ser de 28,6 pontos (valor este calculado através de uma regra de três simples $\rightarrow 20/70 \cdot 100 = 28,6$). Este cálculo é ilustrado na Figura 3.6, e todos os demais valores intermediários para os três pontos de vista fundamentais foram calculados da mesma maneira.

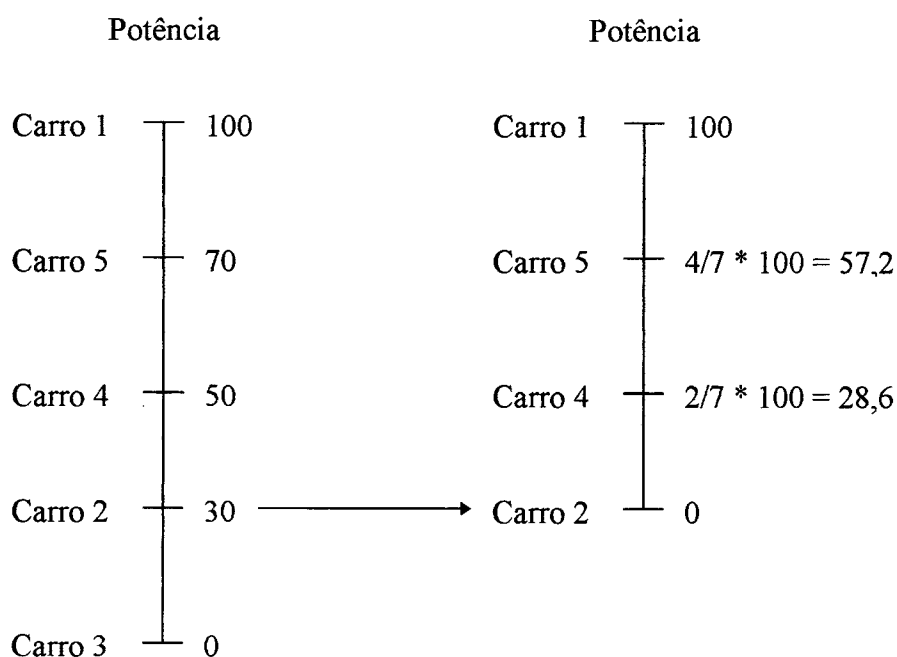


Figura 3.6 - Reconstrução da Escala Para o PVF - Potência.

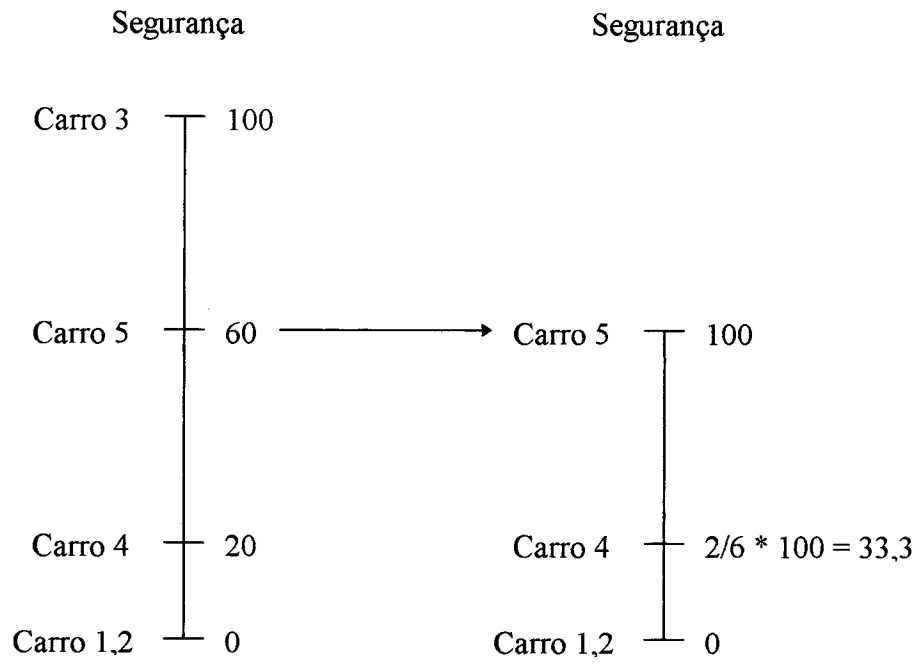


Figura 3.7 - Reconstrução da Escala Para o PVF - Segurança.

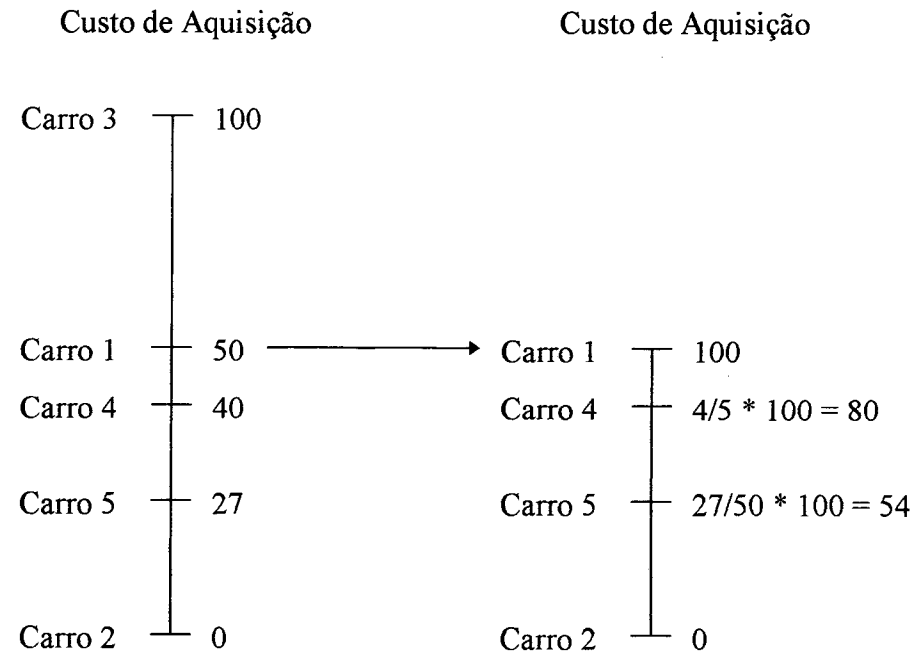


Figura 3.8 - Reconstrução da Escala Para o PVF - Custo de Aquisição.

Com a reconstrução das escalas é possível, então, calcular novamente os escores globais de cada um dos veículos disponíveis, lembrando que o Carro3 foi retirado da análise. A Tabela 3.3 mostra os resultados finais. Pode-se ver agora que nesta nova

análise o Carro1 foi considerado o melhor, sendo preferível ao Carro5. Ou seja, a retirada do Carro3 da análise provocou uma inversão na ordem de preferência global entre o Carro5 e o Carro1, o que não poderia acontecer. Este problema ocorreu porque foram utilizadas as mesmas taxas de substituição nos dois casos, mesmo com mudanças na extensão das escalas.

		Total	Ordenação
Carro 1	$100 \times 0,10 + 0 \times 0,30 + 100 \times 0,60$	70	1°
Carro 2	$0 \times 0,10 + 0 \times 0,30 + 0 \times 0,60$	0	4°
Carro 4	$28,6 \times 0,10 + 33,3 \times 0,30 + 80 \times 0,60$	60,85	3°
Carro 5	$57,2 \times 0,10 + 100 \times 0,30 + 54 \times 0,60$	68,12	2°

Tabela 3.3 - Avaliação Global das Ações Após a Retirada do Carro3 da Análise.

Portanto, determinar os pesos de um modelo aditivo sem levar em conta a extensão das escalas pode gerar resultados contraditórios, como mostrou o exemplo acima. A maneira correta de se fazer a análise após a retirada do Carro3 é mostrada abaixo.

O procedimento de reconstrução das escalas foi executado adequadamente, no entanto, uma vez que a extensão das escalas foi modificada, é natural pensar que a importância relativa de cada um dos pontos de vista fundamentais também se altere, já que a distância entre a melhor e a pior alternativa nos PVF's não é mais a mesma. Assim, se a nova escala para o PVF *Potência* possui agora somente 70% da extensão que possuía anteriormente pode-se admitir que a importância deste ponto de vista fundamental também deve ser reduzida na mesma proporção. Se a mesma análise for feita para os outros dois pontos de vista fundamentais considerados chega-se às novas taxas de substituição abaixo:

$$\text{Potência} \rightarrow 10\% \times 70\% = 7\%$$

$$\text{Segurança} \rightarrow 30\% \times 60\% = 18\%$$

$$\text{Custo de Aquisição} \rightarrow 60\% \times 50\% = 30\%$$

No entanto, os valores acima não somam 100% e, portanto, é conveniente normalizá-los. Esta tarefa pode ser facilmente realizada dividindo-se cada valor pela soma de todos eles. Desta forma:

Normalizando:

Somatório $\rightarrow 0,07 + 0,18 + 0,30 = 0,55$
Potência $\rightarrow 0,07 / 0,55 = 13\%$
Segurança $\rightarrow 0,18 / 0,55 = 33\%$
Custo de aquisição $\rightarrow 0,30 / 0,55 = 54\%$

Agora é possível, então, recalcular os escores globais de cada um dos veículos fazendo uso das taxas de substituição redimensionadas em função das novas escalas. A Tabela 3.4 mostra os resultados finais encontrados, pode-se ver agora que o Carro5 foi considerado preferível ao Carro1, restaurando a ordem inicial mostrada na Tabela 3.2 acima quando o Carro3 estava presente na análise.

		Total	Ordenação
Carro 1	$100 \times 0,13 + 0 \times 0,33 + 100 \times 0,54$	67,27	2°
Carro 2	$0 \times 0,13 + 0 \times 0,33 + 0 \times 0,54$	0	4°
Carro 4	$28,6 \times 0,13 + 33,3 \times 0,33 + 80 \times 0,54$	58,17	3°
Carro 5	$57,2 \times 0,13 + 100 \times 0,33 + 54 \times 0,54$	69,46	1°

Tabela 3.4 - Reavaliação Global das Ações Com as Taxas de Substituição Corretas.

A utilização deste exemplo, mesmo simples, ilustrou a importância de se levar em consideração os intervalos de escala na determinação das taxas de substituição (ou pesos) do modelo aditivo. Como foi mostrado, caso as taxas de substituição sejam consideradas parâmetros sem relação nenhuma com o contexto pode-se chegar a resultados contraditórios para o problema.

3.7 - DETERMINAÇÃO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO ENTRE ÁREAS DE INTERESSE

Muitas vezes, de acordo com as características do processo decisório, os vários aspectos considerados relevantes, e que vão compor os vários eixos de avaliação de um modelo multicritério, podem estar separados por áreas de preocupação, por exemplo, área técnica, área social e área financeira. No entanto, em vários casos estas áreas de interesse podem representar modelos independentes, ou seja, cada área de interesse é tratada como um “sub-problema” e o modelo multicritério é aplicado isoladamente em cada uma delas. Desta forma, estas áreas de interesse representam as várias “áreas de decisão” pelas quais o processo decisório está sendo considerado. Na figura a seguir, pode-se visualizar um estrutura composta por duas áreas de interesse independentes, onde cada área é composta por uma família de pontos vista fundamentais (PVF's) com as suas respectivas taxas de substituição (ou pesos, em linguagem comum).

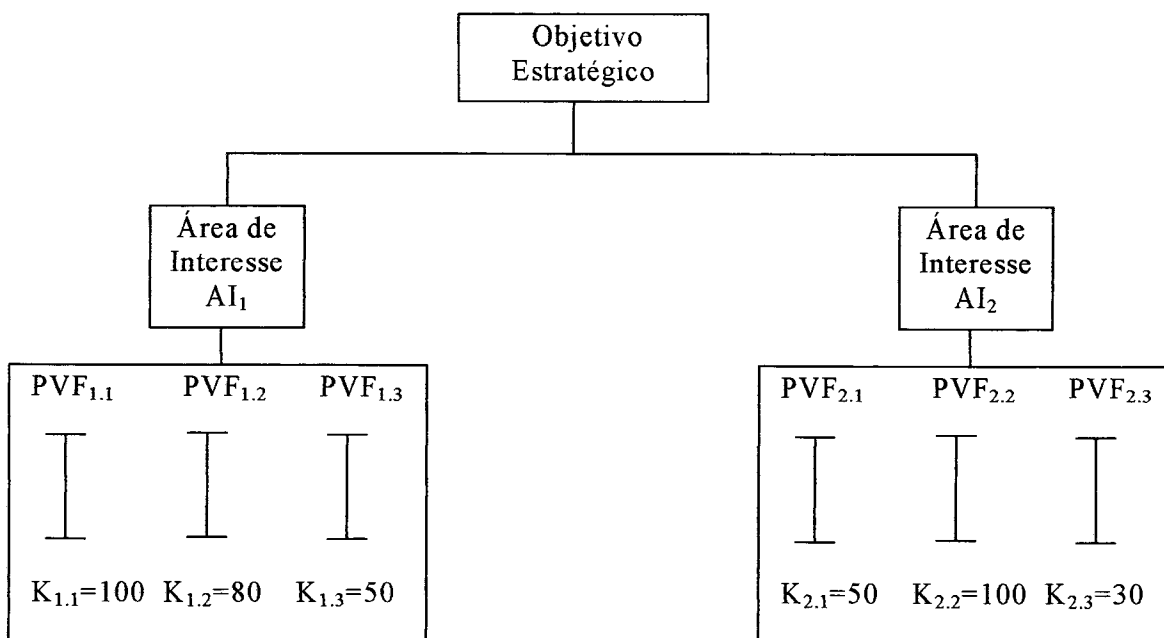


Figura 3.9 - Representação de um estrutura composta por duas áreas de interesse independentes.

Portanto, considerando-se que cada área de interesse é formada por uma família de pontos de vista fundamentais e um modelo multicritério é aplicado em cada área de forma isolada, as informações em termos globais, ou em termos do objetivo estratégico,

não estão disponíveis nesta estrutura, pois o modelo está “fechado” em cada área de interesse, ou seja, as taxas de substituição, que permitem obter-se informações do tipo o quanto cada ponto de vista fundamental (avaliação local) contribui para o valor global (avaliação global) estão relacionadas apenas com a respectiva área.

Nos casos de utilização de um modelo multicritério de agregação aditiva, quando surge a necessidade de obtenção destas informações em termos globais, levando-se em consideração as várias áreas de interesse, deve-se adotar alguns procedimentos que permitam que se possa aplicar um modelo aditivo único (levando em consideração todos os PVF's de todas as áreas de interesse), permitindo assim que uma avaliação global possa ser obtida.

Portanto, nesta seção, pretende-se demonstrar alguns procedimentos que permitam que as várias áreas de interesse possam ser agregadas em um único modelo aditivo.

3.8 - COMPARAÇÃO ENTRE OS PONTOS DE VISTA FUNDAMENTAIS DE CADA ÁREA DE INTERESSE

Através da comparação entre os pontos de vista fundamentais mais atrativos de cada área de interesse pode-se obter uma escala que represente o quanto cada área de interesse contribui para o valor global do modelo aditivo. A obtenção desta escala pode ser feita de várias formas.

Uma das formas de definição desta escala pode ser feita pela abordagem *MACBETH*. Considerando-se que os pontos de vista fundamentais mais atrativos de cada área foram o $PVF_{1.1}$ e o $PVF_{2.2}$, a figura a seguir mostra um comparação entre estes dois pontos de vista, feita através de ações fictícias para se obter qual é a diferença de atratividade, de acordo com a escala *MACBETH*, entre estas ações. Assim, as ações fictícias foram definidas da seguinte forma:

$a_{1.1}$ = (tem o seu impacto no melhor nível do PVF_{1.1} e no pior nível do PVF_{2.2})

$a_{2.2}$ = (tem o seu impacto no melhor nível do PVF_{2.2} e no pior nível do PVF_{1.1})

a_0 = (tem o seu impacto no pior nível dos dois pontos de vista)

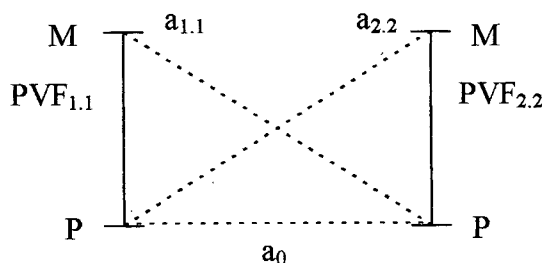


Figura 3.10 - Representação da Comparação entre os PVF's.

A partir da comparação destas três ações fictícias pode-se utilizar a abordagem MACBETH para determinar uma escala que represente a importância relativa entre estes pontos de vista. A título de exemplo pode-se considerar a escala representada abaixo para estes PVF's :

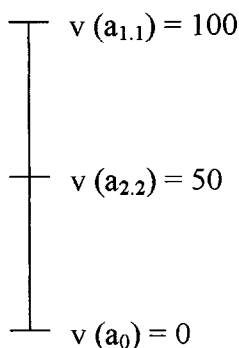


Figura 3.11 - Escala da Atratividade entre os PVF's

De acordo com esta escala pode-se determinar que o ponto de vista fundamental PVF_{1.1} contribui duas vezes mais para o valor global do que o ponto de vista fundamental PVF_{2.2}, ou ainda, que a contribuição para o valor global do PVF_{2.2} é de 50% em relação ao PVF_{1.1}. Como os pontos de vista fundamentais são um de cada área de interesse, pode-se estabelecer uma relação entre estas áreas, ou seja, a importância

relativa de cada área de interesse pode ser definida de acordo com a importância relativa de cada ponto de vista na escala acima apresentada.

Portanto, inicialmente deve-se reescalonar todas as taxas de substituição adequando-as às proporções da escala, permitindo, assim, a definição de um modelo aditivo único. Desta forma, verifica-se que, para a área de interesse do ponto de vista $PVF_{1.1}$, as taxas de substituição não precisam ser reescaladas pois este ponto de vista obteve pontuação máxima na escala, por outro lado, na área de interesse cujo o ponto de vista $PVF_{2.2}$ obteve 50 pontos na escala, as taxas de substituição devem ser alteradas na mesma proporção. As novas taxas de substituição para este exemplo ficam o seguinte:

Área de Interesse : AI_1 (continuam as mesmas taxas)

$$K_{1.1} = 100 ; K_{1.2} = 80 ; K_{1.3} = 50$$

Área de Interesse: AI_2 (deve-se reescalonar de acordo com a nova proporção)

$$K_{2.1} = 40 \times 0,50 = 20 ; K_{2.2} = 50 \times 0,50 = 25 ; K_{2.3} = 10 \times 0,50 = 5.$$

Novas Taxas:

$$K_{2.1} = 20 ; K_{2.2} = 25 ; K_{2.3} = 5.$$

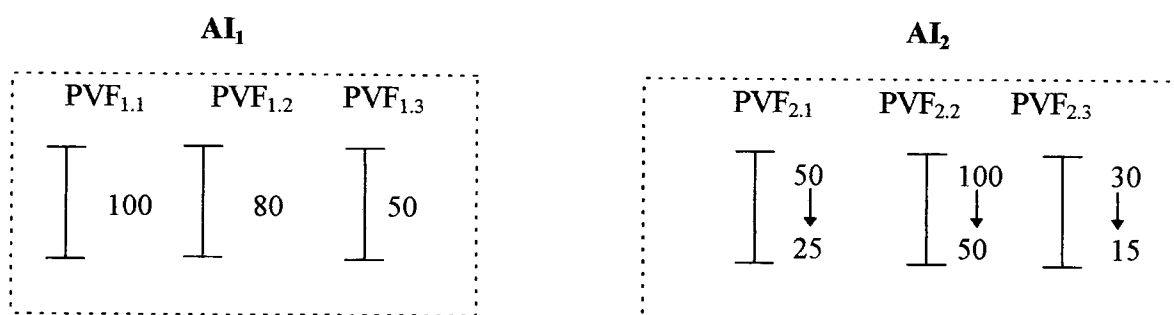


Figura 3.12 - Representação das Taxas de Substituição Reescaladas

Como agora todas as taxas já estão adequadas proporcionalmente a escala obtida para representar a contribuição de cada ponto de vista fundamental para o valor global

do modelo, pode-se, então ajustar as novas taxas de cada ponto de vista fundamental (PVF) para um modelo aditivo único onde o $\sum K_j = 1$. Portanto a determinação das taxas dos PVF's pode ser feita da seguinte forma:

$$K_{1,1} = \frac{100}{320} = 0,32 \quad K_{1,2} = \frac{80}{320} = 0,25 \quad K_{1,3} = \frac{50}{320} = 0,15$$

$$K_{2,1} = \frac{25}{320} = 0,08 \quad K_{2,2} = \frac{50}{320} = 0,15 \quad K_{2,3} = \frac{15}{320} = 0,05$$

Portanto para um modelo aditivo único:

$$\sum K_j = 0,32 + 0,25 + 0,15 + 0,08 + 0,15 + 0,05 = 1$$

3.9 - DEFINIÇÃO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO DE CADA ÁREA DE INTERESSE

Definidas as novas taxas de substituição e um modelo de aditivo único para todos os pontos de vista fundamentais pode-se, então, obter as taxas de substituição relativas cada área de interesse. Esta informação pode ser obtida simplesmente pela soma das taxas de cada ponto de vista fundamental que compõe a respectiva área, pois estas taxas agora já podem ser somadas porque foram reescaladas para comporem o modelo aditivo único definido anteriormente. Portanto para as áreas de interesse anteriormente apresentadas pode-se calcular as seguintes taxas:

$$K_{AI1} = k_{1,1} + k_{1,2} + k_{1,3} = 0,4 + 0,2 + 0,07 = 0,67$$

$$K_{AI2} = k_{2,1} + k_{2,2} + k_{2,3} = 0,13 + 0,17 + 0,03 = 0,33$$

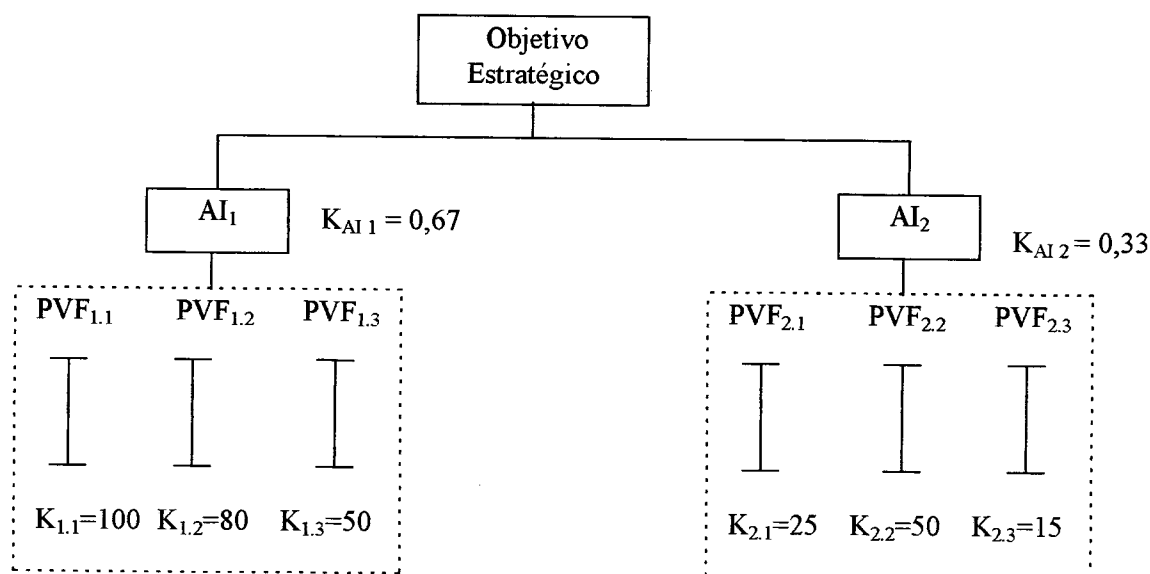


Figura 3.13 - Representação da Estrutura de PVF's Ajustadas para um Modelo Aditivo Único.

Com estes procedimentos pode-se, então, transformar um modelo multicritério composto por vários “sub-modelos”, onde inicialmente tinha-se informações apenas em relação a cada área de decisão, em um modelo globalizado onde, através da agregação das taxas de cada PVF em um modelo aditivo único (procedimentos demonstrados anteriormente) pode-se obter informações em termos do objetivo final do modelo através de uma avaliação global.

3.10 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA TAXA DE SUBSTITUIÇÃO DE UM PONTO DE VISTA

Para entender melhor a influência de um determinado ponto de vista fundamental no resultado global da avaliação de uma ou mais ações potenciais, pode-se determinar graficamente qual é a repercussão da variação de sua taxa de substituição no resultado global do modelo. No gráfico, a seguir apresentado, pode-se notar a performance de uma ação $a \in A$, onde A é o conjunto de ações potenciais, que varia o seu resultado final, representado por V (eixo das ordenadas) de acordo com a variação de sua taxa de substituição K (eixo das abcissas).

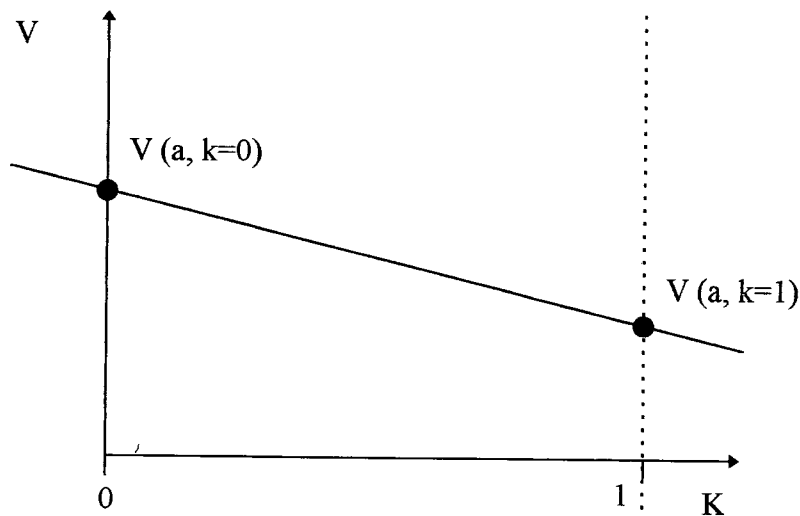


Figura 3.14 - Gráfico da Sensibilidade de uma Ação a em relação a sua Taxa de Substituição K

Nesta seção serão demonstrados os procedimentos matemáticos para a determinação dos pontos da reta que representam a performance de uma ação a em um gráfico de sensibilidade. Dada uma ação potencial $a \in A$ e supondo-se três critérios com taxas de substituição k_1 , k_2 e k_3 cujas funções de valor local sejam $v_1(a)$, $v_2(a)$ e $v_3(a)$, o valor global da ação será:

$$V(a) = k_1 \cdot v_1(a) + k_2 \cdot v_2(a) + k_3 \cdot v_3(a)$$

[4]

Supondo-se que $k_1 = 1$, então

$$V_{k=1}(a) = k_1 \cdot v_1(a)$$

[5]

Supondo-se que $k_1 = 0$, então

$$V(a) = 0 + k_2 \cdot v_2(a) + k_3 \cdot v_3(a)$$

[6]

No entanto, se $k_1 = 0$, deve-se reescalonar as taxas de substituição dos PVF's 2 e 3 para que $\sum k_i = 1$. Assim:

$$V_{k=0}(a) = \frac{k_2 \cdot v_2(a) + k_3 \cdot v_3(a)}{k_2 + k_3}$$

[7]

Pode-se também definir que

$$k_2 + k_3 = 1 - k_1$$

[8]

Da mesma forma

$$k_2 \cdot v_2(a) + k_3 \cdot v_3(a) = V_t - k_1 \cdot v_1(a) \quad [9]$$

onde : V_t é o valor global da ação na solução atual do problema.

Então, é possível determinar também que:

$$V_{k=0}(a) = \frac{V_t - k_1 \cdot v_1(a)}{1 - k_1}$$

[10]

Tendo definido o valor $V(a)$ quando $k = 0$ e quando $k = 1$, qualquer valor intermediário poderá ser obtido com um combinação linear entre [5] e [10].

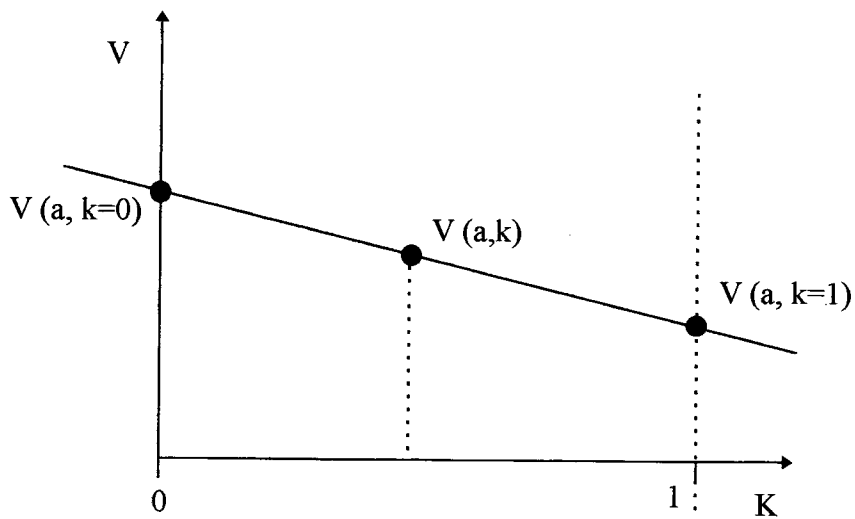


Figura 3.15 - Valor Global da Ação a em Função da Taxa de Substituição k .

Para determinar uma combinação linear para o cálculo de $V(a)$ para qualquer valor de k , com $0 < k < 1$, pode-se partir da equação da própria reta:

$$V(a) = \alpha \cdot k + \beta$$

[11]

Desta forma, quando $k = 0$ e substituindo-se [10] em [11], tem-se que :

$$\beta = \frac{V_t - k_1 \cdot v_1(a)}{1 - k_1}$$

[12]

Também pode-se definir que, quando $k = 1$ e substituindo-se [5] e [12] em [11], tem-se:

$$\alpha = k_1 \cdot v_1(a) - \left[\frac{V_t - k_1 \cdot v_1(a)}{1 - k_1} \right]$$

[13]

Portanto, definidos os parâmetros α e β pode-se definir uma equação para determinar $V(a)$ para qualquer valor de k , com $0 < k < 1$, substituindo-se [12] e [13] em [11]:

$$V(a,k) = k [k_1 v_1(a)] + (1-k) \cdot \frac{V_t - k_1 \cdot v_1(a)}{1 - k_1}$$

[14]

$$1 - k_1$$

CAPÍTULO 4

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO NA SELEÇÃO DE ROTAS PARA LTs

4.1 INTRODUÇÃO

Como anteriormente comentado, o parque brasileiro gerador de energia é composto, na sua grande maioria, por hidrelétricas de grande porte, distribuídas por varias regiões. Ao longo da sua vida útil, este parque gerador necessita de pesados investimentos não só destinados a manutenção, reforço ou ampliação dos circuitos de transmissão existentes, mas também para implementar o programa de expansão de modo a atender a demanda crescente, conforme demonstrado na tabela 1.1 do capítulo 1.

Visto que o sistema elétrico como um todo tem características complexas pelas múltiplas formas de geração, transmissão e concessionárias de serviços de distribuição, este trabalho está limitado a questão da seleção de rotas (traçados) para linhas de transmissão.

A limitação do setor em prover com recursos próprios o sistema de transmissão, que tem por alvo um melhor atendimento do consumidor final, levanta questões difíceis de responder:

Como elaborar uma política de investimentos que permita investir os recursos disponíveis de modo eficiente?

Como eliminar as distorções existentes entre o valor orçado e o valor realizado dos projetos, na expansão ou na implantação de novas linhas de transmissão?

Quais critérios usar, na apreciação do traçado base pré-selecionado pela empresa contratada responsável pelos levantamentos necessários à construção da LT?

Como selecionar a melhor alternativa de rota para implantação de uma LT, de acordo com os critérios de apreciação estabelecidos pela especificações técnicas, lei ambiental, bem como em respeito aos direitos adquiridos de terceiros, de tal forma que no futuro a concessionária não venha sofrer demandas judiciais ou desembolsos destinados a compensações financeiras?

Encontrar um procedimento adequado a responder estas questões constitui o objetivo do modelo multicritério aqui proposto, que deverá possuir características flexíveis, permitindo agregar à análise os critérios necessários na avaliação de problemas similares, ou ainda adaptável a diferentes concessionárias segundo os aspectos regionais, conforme o grau de relevância, proporcionando um modelo de concepção real apto a caracterizar uma estrutura de representação e organização de todo o conjunto de elementos primários de avaliação.

4.2 - MODELO DE AVALIAÇÃO E SEUS OBJETIVOS

O modelo aqui proposto poderá ser adaptado ao sistemas de valores de outros decisores, obtidos na fase de estruturação com a construção do mapa cognitivo. Nesta fase, como anteriormente comentado, são validadas e explicitadas as ações potenciais que serão comparadas entre si, em termos de seus méritos, vantagens e desvantagens relativas, em face ao conjunto de critérios de avaliação já estabelecidos, identificando suas interconexões e incompatibilidades, identificando, de forma interativa, pela via do construtivismo, a família dos pontos de vista necessários à construção de um modelo multicritério.

O modelo foi concebido em etapas sequenciais, iniciando com o reconhecimento, pelo decisor, da existência de um problema caracterizado por uma situação decisional complexa, com diversos problemas menores e relevantes, interligados, onde cada problema afeta individualmente todos os demais.

Desta forma, mesmo diante das dificuldades de explicitar os valores, objeções interatores, obstáculos legais e técnicos inerentes à construção do modelo adequado à situação decisional, estes fatores foram superados ao longo do processo de estruturação, permitindo ao decisor “*corpo constituído*” mudar sua percepção do problema ao ser questionado de modo interativo a medida que o processo de aprendizado introduzido pela construção dos mapas cognitivos proporcionam a identificação das áreas de interesse e dos PVFs..

Após identificação dos PVFs, foi construída uma estrutura arborescente (ou *árvore dos pontos de vista*), como representação dos vários níveis do processo decisório, estando o objetivo da situação decisional no topo da estrutura.

A apresentação da metodologia multicritério no capítulo anterior tem como objetivo proporcionar ao leitor uma visão dos procedimentos necessários a um processo de apoio à decisão. Foram enfocadas as etapas consideradas relevantes fornecendo uma base teórica compatível com a aplicação prática da metodologia apresentada neste capítulo.

Na primeira interação facilitador - decisor, após uma rápida exposição sobre a metodologia multicritério, o decisor mostrou interesse em aplicar a metodologia na seleção de rotas para LTs, pela capacidade de introduzir nas análises aspectos subjetivos expressos em normas da concessionária, mas impossíveis de apreciar pelos métodos tradicionais de análise. Outro ponto relevante destacado pelo decisor foi a possibilidade de justificar suas decisões a seus superiores com base em uma metodologia científica, que engloba todos os critérios de julgamento de projetos de acordo com as especificações técnicas (*EPs*) da empresa, elaboradas segundo os padrões da Eletrobras.

As especificações técnicas (Eps), tem como objetivo estabelecer critérios e procedimentos usados na escolha e implantação de rota para LT. O estudo de implantação de uma LT deverá também levar em conta a legislação que trata da interferência desses projetos no meio ambiente.

Apesar da preocupação do setor em conferir a devida importância às análises ambiental, sócio-econômica e técnica, dentro de uma nova perspectiva de seleção das rotas, elas estão restritas a levantamentos topográficos auxiliados por modernos instrumentos eletroóticos de medição, e métodos computacionais para agilizar cálculos.

Os critérios gerais de apreciação estabelecidos das EPs do padrão Eletrobras, abaixo transcritos, estipulam que:

o melhor traçado devera ser aquele que apresenta menor custo total e menor impacto ambiental causados pela implantação;

para minimizar o custo final, o traçado deverá apresentar o menor comprimento, com trechos retos, menor número possível de deflexões, através de terreno pouco acidentado, sobre solo apropriado à fundação das estruturas, em local de fácil acesso, atravessando regiões pouco habitadas e de pequeno valor comercial;

na impossibilidade de apreciar simultaneamente todos estes objetivos ao longo da LT, o traçado proposto deverá ser composto de maneira a minimizar o custo final.

Os critérios específicos de apreciação estabelecidos nas EPs definem que:

as deflexões deverão ser reduzidas ao mínimo, tanto em grandeza como em quantidade. Deverão ainda ser evitadas junto a travessias de rodovias, ferrovias, outras LTs ou vias navegáveis. Sendo inevitáveis,

os vértices devem ser localizados fora dos limites do domínio da faixa de servidão;

terrenos acidentados e regiões de difícil acesso deverão ser evitados sempre que possível, de modo a minimizar o deslocamento de terra e os desmatamentos necessários à montagem das estruturas e construção de estrada de acesso, como terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, terrenos rochosos, montanhosos, instáveis ou sujeitos a erosão;

deverão ser evitadas áreas de rotas de vôo de aves migratórias e outras aves, áreas de vida animal e de ninhos, parques nacionais e estaduais, reservas florestais, indígenas e outras unidades de conservação, pois não devem ser atravessadas sem prévia consulta às instituições competentes a níveis municipal, estadual ou federal, responsáveis em preservar o meio ambiente;

deverão ser evitados cruzamentos com rodovias, ferrovias e principalmente em locais elevados e de interseção com pontes e viadutos;

sejam evitadas extensões de linha nas vizinhanças de aglomerados urbanos, áreas de lazer e de recreação, áreas cênicas, sítios históricos etc;

sempre que possível deverão ser evitadas indústrias emissoras de fumaças ou gases corrosivos, bem como pedreiras em exploração ou passível de exploração futura, depósitos de explosivos, combustíveis, refinarias ou fornos de cal;

deverá ser verificada ao longo da rota a existência presente ou futura, devido a projetos de rodovias, ferrovias, oleodutos, gasodutos,

adutoras, loteamentos, monumentos, barragens em geral, aeroportos, autódromos e tudo mais que possa vir a se constituir em fator importante na definição do traçado;

As alternativas de traçado podem conflitar com estudos preliminares de outras concessionárias, sendo necessário tomar maiores cuidados quando envolvidas outras entidades públicas e particulares. Nas etapas iniciais será necessário conhecer as normas das entidades envolvidas na região a fim de que a rota a ser implantada não interfira com os direitos já adquiridos por essas entidades.

Devera ser feito consultas aos órgãos das municipalidades locais sobre a existência de projetos de entidades particulares como indústrias, empreendimentos turísticos recreativos e imobiliários. Deverá ser consultado também o Ministério da Aeronáutica para obtenção de informações sobre aeródromos tais como: classe plano de vôo, zonas de proteção, situação de homologação etc.

Nos casos em que as EPs se mostrarem omissas, deverão prevalecer os critérios estabelecidos pela norma ABNT-NBR 5422, em sua revisão.

Desta forma, apresentados os critérios de avaliação definidos nas EPs, vale ressaltar algumas informações do decisor sobre o processo de tomada de decisão tradicional do setor elétrico no que diz respeito à seleção de rotas para LTs .

Como primeira providência, o decisor destacou o fato de ser necessário adquirir (do Exército ou de algum órgão público) cartas geográficas da região por onde se estenderá a LT, na escala de 1:100.000, 1:50.000 ou ainda menor. As cartas geográficas são montadas de modo a formar um mapa representativo da região, em mesa de desenho, de reuniões ou até mesmo no chão da sala dos técnicos do setor de construção.

Concluído o mapa, tem início o processo de seleção da rota, traçando uma reta unindo os pontos de entrega e recebimento da LT. Em um segundo momento, é feito um levantamento planialtimétrico “curvas de níveis e outros obstáculos” constantes no mapa de modo superficial, mas adequado na identificação do tipo de obstáculo a ser transposto. Será então traçada a primeira rota preliminar, identificando os possíveis vértices da LT, necessários ao contorno ou transposição dos obstáculos identificados, tentando manter o comprimento da LT o menor possível.

Com o avanço das tentativas de compor o menor comprimento para a LT, será traçada uma segunda opção para a rota futura que, como a primeira, deverá contornar os obstáculos, mesmo que com isso aumente o comprimento. Uma terceira opção será proposta sem levar em conta o fator custo. Nessa etapa apenas as condições do terreno são apreciadas. As alternativas de traçados (*corredores*) podem estar separadas em até 50 km.

Identificados os três corredores preliminares, são programados sobrevôos de reconhecimento desses corredores, com as coordenadas obtidas do mapa, programadas no piloto automático, e auxiliado por piloto experiente na região, que deverá transportar uma equipe de obras de LTs da concessionária. O sobrevôo é realizado a altitudes que variam de 1.500 a 3000 pés, dependendo da topografia da região, sendo o percurso fotografado por equipamento especial.

Antes de iniciar qualquer atividade relacionada à construção de uma LT, a concessionária está obrigada a solicitar autorização do órgão competente, no caso o DNAEE, que irá conceder autorização para o estudo, e a concessão para exploração da futura LT.

Na etapa seguinte será discutida, em reunião do departamento de construção, a necessidade de modificar os traçados, após confrontar o levantamento fotográfico com as informações do mapa. Obtida uma solução de compromisso entre atores, no que se refere ao melhor traçado, as outras duas alternativas são descartadas, sendo

programado o reconhecimento terrestre, destinado ao cadastramento detalhado de todos os obstáculos localizados dentro do corredor selecionado. A equipe de reconhecimento terrestre ou de cadastramento de obstáculos e detalhamento de corredores é composta por dois fotógrafos com experiência em LTs, um engenheiro de linhas e utilitários para transporte da equipe, bússolas e GPS “Ground Position System”, para identificação exata das coordenadas geográficas dos obstáculos e outros aspectos relevantes encontrados dentro do corredor.

Finalizado o cadastramento são iniciados os “Estudos de Interferências” com aeroportos, pedreiras, represas etc. Tais estudos são realizados com base no levantamento de obstáculos sobre o mapa da região, onde estes obstáculos são identificados em escala. O estudo de interferência determinará ou não, a necessidade de modificar a rota da LT.

Com o início do “embandeiramento provisório”, realizado por empresas contratadas, são feitos levantamentos de campo, utilizando teodolitos, miras e balizas para abertura de picadas, instalação de bandeiras indicativas de vértices e instalação de marcos de identificação. Além das atividades já descritas, a equipe de dois topógrafos e dois ajudantes deverá identificar, de modo preciso, qualquer fator que possa vir a determinar a modificação do traçado, como características geológicas adversas no local de embandeiramento. Por ser terceirizado, esses serviços dificultam sobremaneira a escolha do melhor traçado para a LT dentro do corredor, uma vez que muitos problemas de caráter técnico-construtivo somente são identificados quando iniciada a obra, pois a participação da contratada fica restrita à minimização das possíveis omissões contidas nas etapas anteriores, não havendo maiores preocupações quanto ao custo final da obra.

Reavaliado o traçado e feitas as modificações necessárias com base nos levantamentos de campo e estudo de interferência, são iniciados os trabalhos de embandeiramento definitivo, (ou *Materialização da LT*) finalizados com a medição eletrônica para determinação precisa dos vértices, e consulta aos órgãos competentes em caso de interferências ambientais, culturais e sociais.

Com os dados topográficos colhidos no campo, em papel milimetrado ou com o auxílio de software tipo Autocad, será traçado o perfil do terreno ao longo da rota, iniciando a plotagem das estruturas de sustentação da LT, bem como identificação de problemas de travessias ou até mesmo modificações do eixo da LT devido ao tipo do solo, vegetação etc. São também realizados estudos das seções diagonais necessários ao posicionamento das sapatas de suporte das estruturas da LT de acordo com o tipo do terreno. Prossegue então a locação definitiva de campo, sendo este o último passo antes do início da construção da LT.

Para linhas de transmissão classe 345 kV ou superior, além dos procedimentos anteriormente citados, são necessários estudos sobre impactos ambientais (EIA) e relatório de impacto ambiental (RIMA), elaborados por empresa contratada para essa finalidade.

Nas primeiras interações decisor - facilitador, foram relacionados todos os critérios de julgamento gerais e específicos constantes das EPs. Critérios que ao iniciar a estruturação eram vistos pelo decisor como critérios de rejeição foram, ao longo do processo de construção do mapa cognitivo, adquirindo características de critérios de apreciação do problema.

Ao ser questionado pelo facilitador durante a construção do mapa, o decisor expressou sua preocupação em prestigiar os aspectos ambientais sem com isto relegar os aspectos técnicos a um plano secundário. Foram também verificados mudanças significativas quanto à importância relativa de alguns critérios de apreciação específicos do problema, como o critério específico “*não-cruzamento de feixes de microondas*” por LTs, que a princípio tido como de fundamental importância, no decorrer do processo foi reavaliado e identificado como critério de apreciação meio, formador de um critério mais fim.

Desta forma, para representar todos os aspectos da decisão real percebida como importante para a construção de um modelo de avaliação, foi elaborado o mapa cognitivo, mediante critérios à luz do sistema de valores do decisor, e em

concordância com as normas técnicas construtivas da concessionária, representado pelas figura 4.1 e 4.2, após simplificação dos aspectos considerados pelo decisor como negligenciáveis

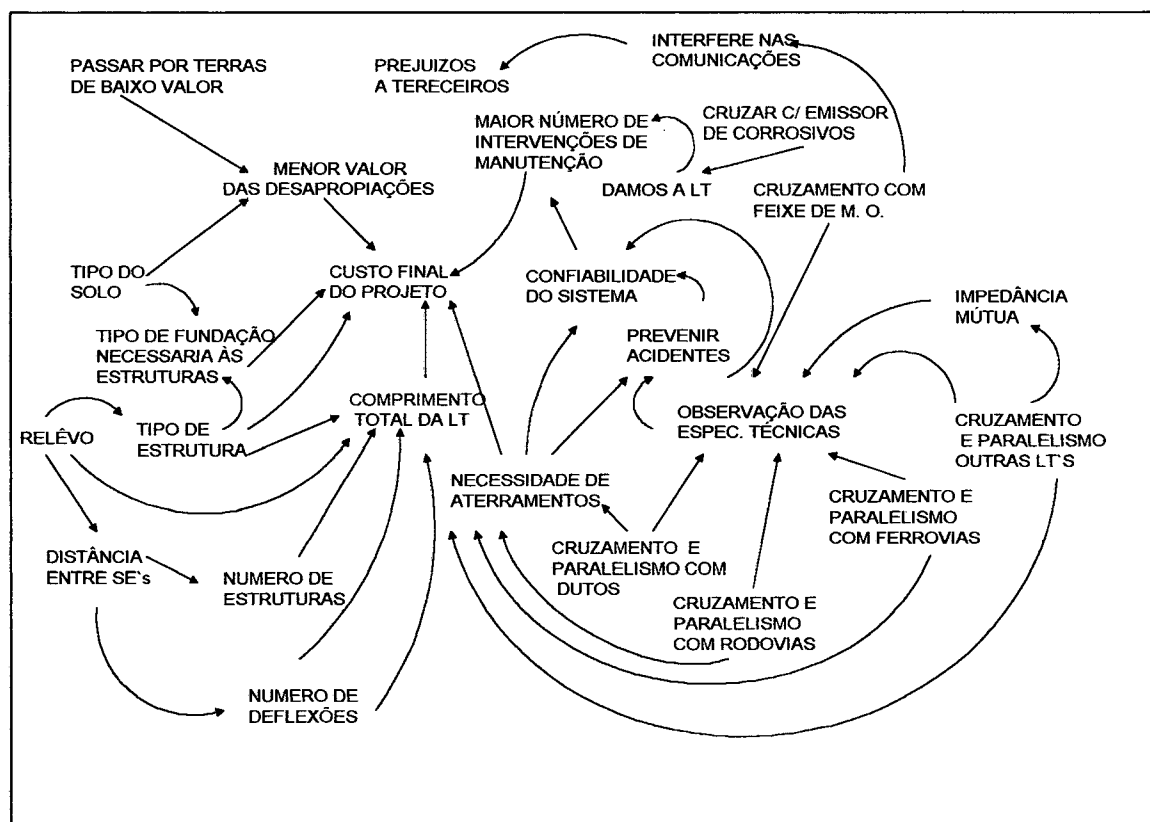


Figura 4.1 - Mapa Cognitivo 1/2

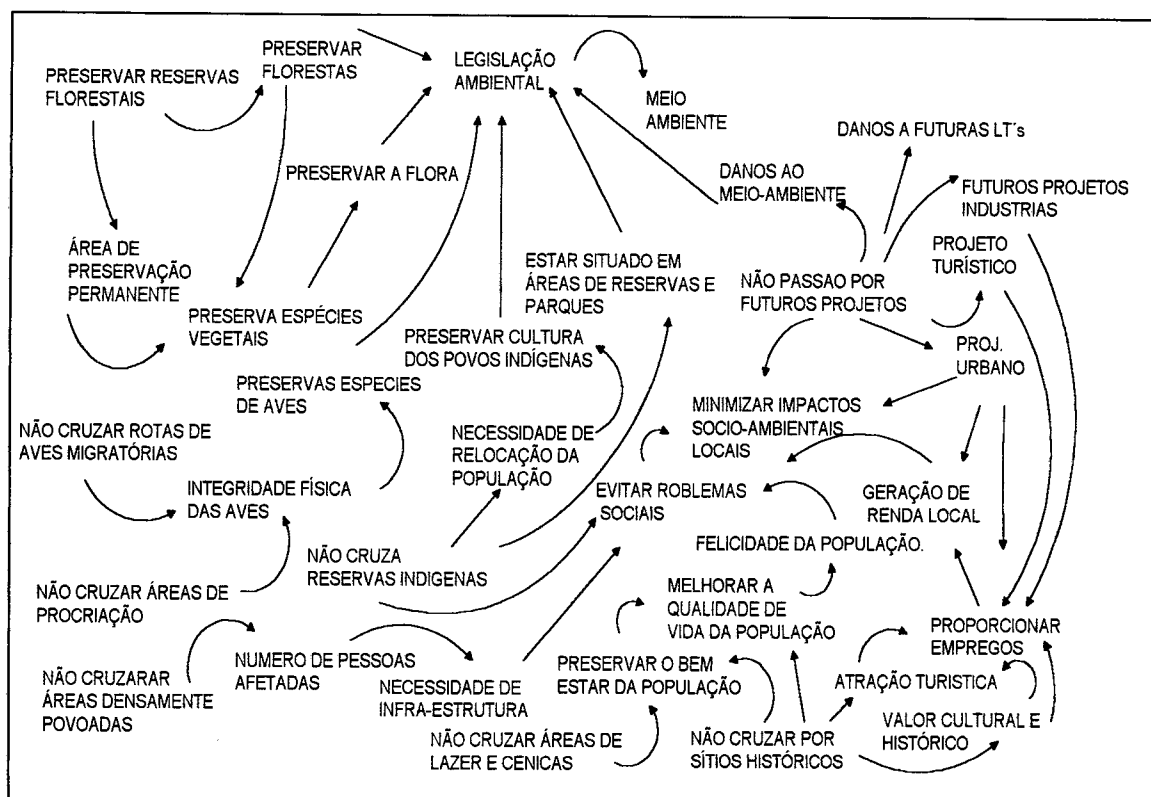


Figura 4.2 - Mapa Cognitivo 2/2

A construção do mapa cognitivo proporcionou novas informações sobre o problema em análise, cuja representação gráfica serviu de instrumento de visualização e de negociação entre atores.

Finalizado o mapa cognitivo, teve início a construção da estrutura arborescente, usada na identificação dos candidatos a pontos de vista, seus elementos formadores e suas inter-relações.

A passagem do mapa para árvore de pontos de vista, é um processo interativo que não depende de método específico, mas sim da capacidade do facilitador em representar o problema em análise e questionar o decisor quanto à adequação da estrutura, na representação gráfica do problema, cujo objetivo maior se encontra localizado no topo da árvore dos pontos de vista.

A estrutura arborescente (ver figura 4.3) representa todos os pontos de vista que serão utilizados na seleção da melhor rota. Esses pontos de vista fundamentais

foram agrupados em quatro áreas de interesse: Custos, Técnica, Meio Ambiente e Sócio-Econômica.

Área 1 - Custos

PVF₁ Condições do Terreno

PVF₂ Comprimento Total da LT

Área 3 - Meio Ambiente

PVF₆ - Reserva Indígena

PVF₇ - Área de Vida Animal

PVF₈ - Área de Preservação

Área 2 - Técnica

PVF₃ - Cruzamentos

PVF₄ - Acesso à LT

PVF₅ - Paralelismo

Área 4 - Sócio-Econômica

PVF₉ - Densidade Populacional

PVF₁₀ - Área Turismo

PVF₁₁ - Futuros Projetos

A área custos para o decisor não tem por objetivo compor o valor final projeto. Esta área procura identificar indícios de qual das alternativas necessita de menor quantidade de recursos necessários destinados a cobrir os itens desapropriações, obras civis e montagens eletromecânicas, fatores que são variáveis conforme as características do traçado selecionado.

Os aspectos enfocados na área técnica, além de prestigiar as normas construtivas, têm como objetivo maior a eficiência e a confiabilidade do sistema, quando tenta evitar a ocorrência de travessias e cruzamentos ao longo da rota da LT.

Conforme comentado no capítulo 1, o impacto ambiental tem sido objeto de estudo pelo setor elétrico em busca de uma metodologia capaz de agregar esses fatores à análise dos projetos do setor.

Devido à sua relevância quanto a possíveis transtornos causados pela proximidade das LTs de aglomerados urbanos, interferências em projetos futuros e/ou relocação das populações ao longo das LTs, as questões sociais e econômicas, são aspectos que necessitam tratamento adequado.

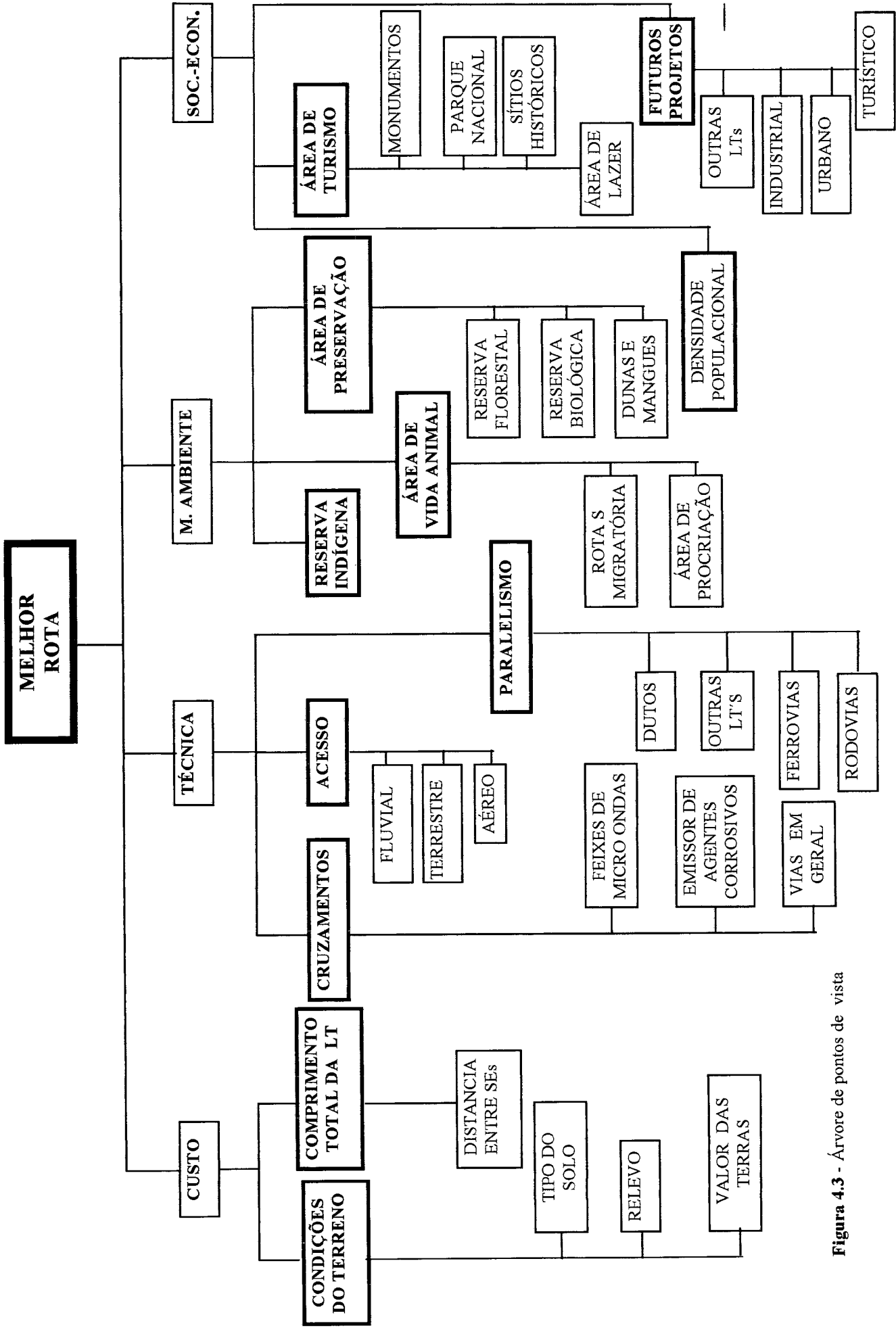


Figura 4.3 - Árvore de pontos de vista

4.3 - IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE VISTA FUNDAMENTAIS PVFs

PVF₁ - Condições do Terreno

PVE₁ - Tipo do Solo

PVE₂ - Relevo

PVE₃ - Valor das Terras

PVF₂ - Comprimento Total da LT

PVF₃ - Cruzamentos

PVE₁ - Feixe de Micro Ondas

PVE₂ - Emissor de Agentes Corrosivos

PVE₃ - Vias em Geral

PVF₄ - Acesso à LT

PVE₁ - Fluvial

PVE₂ - Terrestre

PVE₃ - Aéreo

PVF₅ - Paralelismo

PVE₁ - Dutos

PVE₂ - Outras LT's

PVE₃ - Ferrovias

PVE₄ - Rodovias

PVF₆ - Reserva Indígena

PVF₇ - Área de Vida Animal

PVE₁ Rotas Migratórias

PVE₂ Área de Procriação

PVF₈ - Área de Preservação

PVE₁ - Reserva Florestal

PVE₂ - Reserva Biológica

PVE₃ - Dunas e Mangues

PVF₉ - Densidade Populacional

PVF₁₀ - Área Turismo

PVE₁ - Monumentos

PVE₂ - Parque Nacional

PVE₃ - Sítios Históricos

PVE₄ - Área de Lazer

PVF₁₁ - Futuros Projetos

PVE₁ - Outras LT's

PVE₂ - Turismo

PVE₃ - Urbano

PVE₄ - Industrial

4.4 - OPERACIONALIZAÇÃO DOS PONTOS DE VISTA

O processo de operacionalização dos pontos de vista teve início com o questionamento direcionado ao decisor, no qual o facilitador foi solicitado a explicitar quais estados os pontos de vista fundamentais poderiam assumir, sendo representados a seguir por figuras que demonstram os possíveis estados dos pontos de vista elementares.

Para que os descritores dos pontos de vista possam ser verdadeiramente representativos do PVF que enseja, foi necessário identificar, além das combinações possíveis dos estados dos PVEs, as ações fictícias para cada PVF, quando este é formado por vários PVEs, imprescindíveis na ordenação dos níveis de impacto dos PVFs.

1 - PVF₁ Condições do Terreno.

Para o PVF condições do terreno, o decisor declarou que os PVE poderiam assumir os seguintes estados:

Tipo do Solo - adequado “A”, aceitável “AC” ou não adequado “Nad”.

Relevo - neutro “N”, aceitável “AC”, não aceitável “Nac”

Valor da Terra - sem valor “SV”, com valor “V”

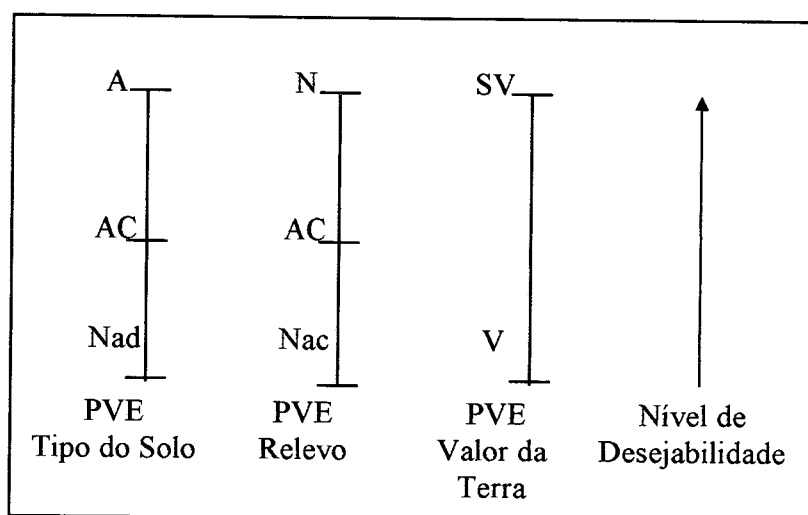


Figura 4.4 - Identificação dos Estados Possíveis dos PVE's do Ponto de Vista Fundamental "Condições do Terreno"

Identificadas as ações fictícias em que os estados “*Solo não Adequado*” e “*Relevo não Aceitável*” estavam presentes, estas foram consideradas ações irreais pelo decisor, em consequência da grande quantidade de recursos necessários a sua implementação, sendo assim eliminadas do processo.

Grupo	Ident.	Tipo do Solo	Relevo	Valor da Terra
I	<i>a</i>	A	N	SV
III	<i>b</i>	A	N	V
II	<i>c</i>	A	AC	SV
III	<i>d</i>	A	AC	V
VI	<i>e</i>	NAd	N	SV
VII	<i>f</i>	NAd	N	V
VI	<i>g</i>	NAd	AC	SV
VII	<i>h</i>	NAd	AC	V
II	<i>i</i>	AC	N	SV
III	<i>j</i>	AC	N	V
IV	<i>k</i>	AC	AC	SV
V	<i>l</i>	AC	AC	V

Tabela 4.1 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF₁
“Condições do Terreno”

legenda:

TIPO DO SOLO

A - Adequado

AC - Aceitável

NAd - Não Adequado

RELEVO

N - Neutro

AC - Aceitável

NAd - Não Adequado

VALOR DA TERRA

V - Terra Produtiva

SV - Terra improdutiva

Obtidas todas as possíveis combinações dos estados dos PVEs que compõem o PVF “Condições do Terreno”, as ações que representam essas combinações foram primeiramente ordenadas pelo decisor em grupos, b (ver Tabelas 4.2 e 4.3) para que,

Nível de impacto	Grupo	Tipo do Solo	Relevo	Valor da Terra
N 7	I	A	N	SV
N 6	II	A	AC	SV
	II	AC	N	SV
N 5	III	A	N	V
	III	A	AC	V
	III	AC	N	V
N 4	IV	AC	AC	SV
N 3	V	AC	AC	V
N 2	VI	NAd	N	SV
	VI	NAd	AC	SV
N 1	VII	NAd	N	V
	VII	NAd	AC	V

Tabela 4.2 - Identificação dos níveis de impacto “N”

em uma etapa seguinte, fossem classificadas por níveis de impacto, segundo seu julgamento de valor.

Descritor do PVF “Condições do Terreno”	
Nível de Impacto	Descrição
N 7	A faixa de serviços da LT passa por terreno com solo adequado, com relevo neutro, em terras sem valor comercial.
N 6	A faixa de serviços da LT passa por terreno com solo adequado, com relevo aceitável, em terras sem valor comercial, ou A faixa de serviços da LT passa por terreno de solo aceitável, com relevo neutro, em terras sem valor comercial
N 5	A faixa de serviços da LT passa por terreno de solo, adequado com relevo neutro em terras sem valor comercial, ou A faixa de serviços da LT passa por terreno de solo adequado, com relevo aceitável, em terras com valor comercial, ou A faixa de serviços da LT passa por terreno de solo aceitável, com relevo neutro, em terras com valor comercial
N 4	A faixa de serviços da LT passa por terreno de solo aceitável, com relevo aceitável, em terras sem valor comercial.
N 3	A faixa de serviços da LT passa por terreno de solo aceitável, com relevo aceitável, em terras com valor comercial.
N 2	A faixa de serviços da LT passa por terreno com solo não adequado, com relevo neutro, em terras sem valor comercial, ou A faixa de serviços da LT passa por terreno de solo não adequado, com relevo aceitável, em terras sem valor comercial
N 1	A faixa de serviços da LT passa por terreno de solo não adequado, com relevo neutro, em terras com valor comercial, ou A faixa de serviços da LT passa por terreno de solo não adequado, com relevo aceitável, em terras com valor comercial

Tabela 4.3 - Descritor do PVF₁ “Condições do Terreno”

A construção do descritor possibilitou melhorar a compreensão do significado de cada ação, tendo contribuído significativamente na avaliação das alternativas.

2 - PVF₂ Comprimento Total

Na identificação dos possíveis estados do PVF “Comprimento Total” foram condicionadas a ocorrência de deflexões ao longo da linha, uma vez que, na maioria das vezes, as deflexões são fatores determinantes de acréscimos do comprimento.

O decisor limitou em cinco os níveis por ele considerados adequados à avaliação do acréscimo máximo admissível do comprimento da LT, associado a um determinado número de estruturas de deflexão, ou de ancoragem

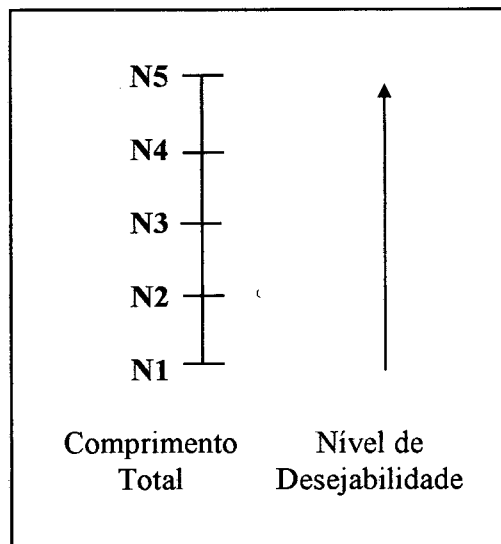


Figura 4.5 - Identificação dos Estados Possíveis dos PVEs do Ponto de Vista Fundamental "Comprimento total"

Desta forma, foi necessário construir um gráfico (ver figura 4.5) onde os pontos de vista elementares não isoláveis *comprimento máximo admissível*, e *número de estruturas de ancoragem*, pudessem ser associados, possibilitando a identificação dos cinco níveis de impacto para o PVF comprimento total.

Foi então solicitado ao decisor que declarasse qual número máximo de estruturas admissível por quilômetro de linha, e qual acréscimo percentual do comprimento total da linha seria admissível pela inclusão de cada uma dessas estruturas.

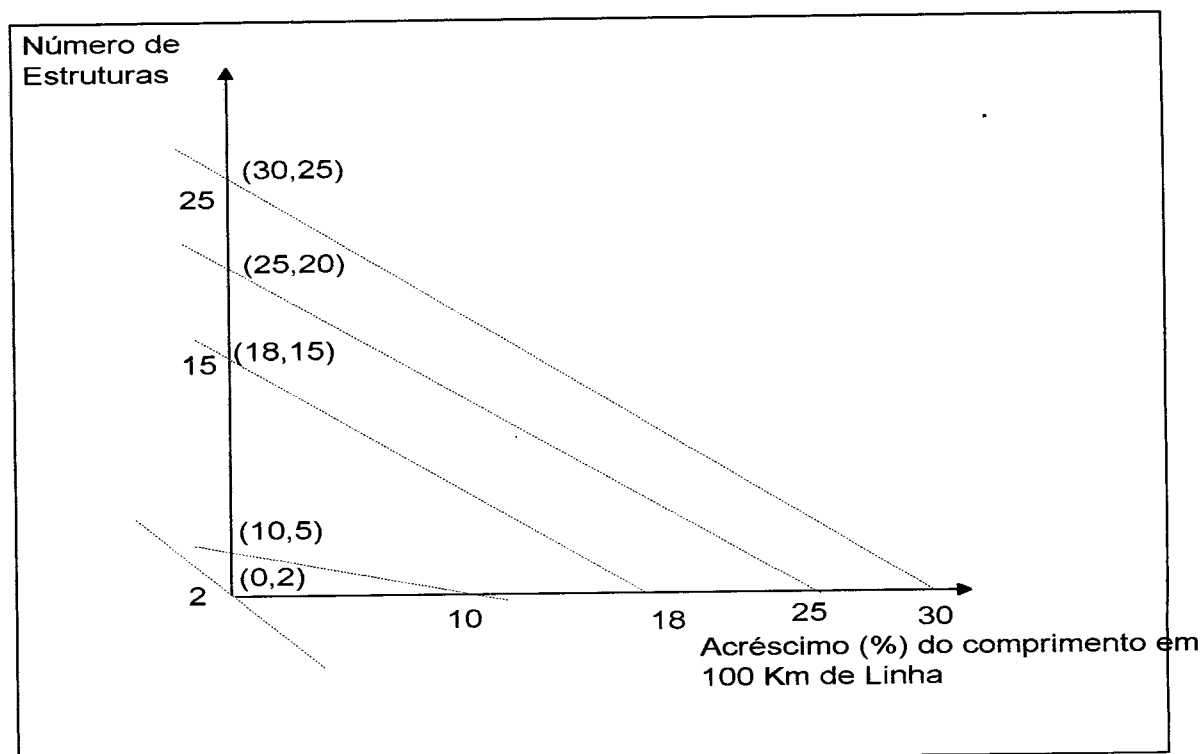


Figura 4.6 - Identificação dos Níveis de Impacto dos PVFs não Isoláveis.

Finalizada a operacionalização do PVE_2 , o decisor enfatizou sua satisfação em poder analisar, simultaneamente, aspectos como aumento do comprimento associado ao número de estruturas, uma vez que esses dois fatores são componentes importantes na composição da planilha de custos do banco de dados da concessionária, usado como parâmetro de julgamento de propostas em licitações.

Descritor do PVF “Comprimento total da LT”	
Nível de Impacto	Descrição
N 5	A utilização de 2 estruturas de ancoragem para ângulos de deflexão não aumenta o comprimento total da LT.
N 4	A utilização de 5 estruturas de ancoragem para ângulos de deflexão aumenta o comprimento total da LT em 10%.
N 3	A utilização de 15 estruturas de ancoragem para ângulos de deflexão aumenta o comprimento total da LT em 18%.
N 2	A utilização de 20 estruturas de ancoragem para ângulos de deflexão aumenta o comprimento total da LT em 25%.
N 1	A utilização de 25 estruturas de ancoragem para ângulos de deflexão aumenta o comprimento total da LT em 30%.

Tabela 4.4 - Descritor do PVF_2 “Comprimento total”

3 - PVF₃ Cruzamentos

Na identificação dos possíveis estados dos PVEs que formam o PVF “cruzamentos”, o decisor declarou ser o estado *não cruzar* “N” é sempre preferível ao estado *cruzar* “S”.

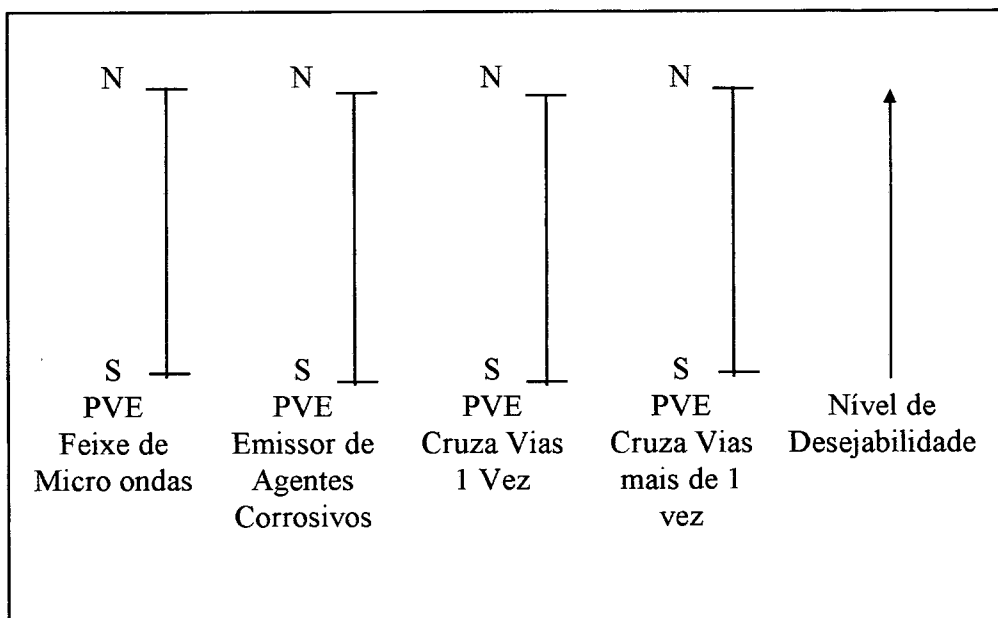


Figura 4.7 - Identificação dos Estados Possíveis dos PVEs do Ponto de Vista Fundamental “Cruzamentos”

Identificados os estados possíveis dos PVEs, foram obtidas suas combinações necessárias à ordenação das ações permitindo assim que o decisor explicitasse seu julgamento de valor na classificação dessas ações por nível de impacto.

Ao ser questionado sobre a real importância do ponto de vista elementar “*feixe de microondas*” na era das comunicações via satélite, o decisor lembrou que no futuro este PVE talvez não venha a ser considerado relevante, e que nos casos em que os cruzamentos são inevitáveis, a solução encontrada pelo setor de construção consiste em elevar ou rebaixar a altura da LT em construção, o que é indesejável por representar a necessidade de montar estruturas diferenciadas.

Identificados os estados possíveis dos PVEs, foram obtidas suas combinações necessárias à ordenação das ações permitindo assim que o decisor explicitasse seu julgamento de valor na classificação dessas ações por nível de impacto

Grupo	Ident.	Feixe de Micro Ondas	Emissor de Agentes Corrosivos	Cruza Vias mais de 1 Vez	Cruza Vias 1 Vez
III	<i>a</i>	N	N	N	N
II	<i>b</i>	N	N	N	S
I	<i>c</i>	N	N	S	N
V	<i>d</i>	N	S	N	N
VII	<i>e</i>	S	N	N	N
VI	<i>f</i>	S	N	N	S
VI	<i>g</i>	S	N	S	N
IX	<i>h</i>	S	S	N	N
IV	<i>i</i>	N	S	S	N
IV	<i>j</i>	N	S	N	S
I	<i>k</i>	N	N	S	S
VIII	<i>l</i>	S	S	S	N
VII	<i>m</i>	S	S	N	S
VI	<i>n</i>	S	N	S	S
IV	<i>o</i>	N	S	S	S
X	<i>p</i>	S	S	S	S

Tabela 4.5 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF₃ “Cruzamentos”

Observação:

Foram observadas coincidências nas combinações dos estados, (*C e K*), (*G e N*) e (*I e O*). Assim, ao cruzar mais de uma vez qualquer via, a LT estará também cruzando uma vez esta mesma via. O decisor optou então por eliminar os estados *C*, *N* e *P*. Na ordenação das combinações dos estados do PVF “*Cruzamentos*”, o decisor declarou ser sempre preferíveis as ações onde a LT cruza vias mais de uma vez, às ações onde a LT cruza vias uma só vez, e este preferível as ações onde a LT não cruza nenhuma via. Esta relação de preferência foi justificada pela necessidade de acesso à faixa de serviços da LT em caso de manutenção.

Outra preocupação com os cruzamentos, justificada pelo decisor, refere-se a possíveis acidentes com origem em fatores climáticos, desrespeito à altura máxima permitida para veículos tendo como consequência descargas fase-terra, e outros passíveis de ocasionar perda de vidas humanas, além de danos à LT.

Nível de Impacto	Grupo	Feixe de Micro Ondas	Emissor de Agentes Corrosivos	Cruza Vias mais de 1 Vez	Cruza Vias 1 Vez
N 10	I	N	N	S	N
N 9	II	N	N	N	S
N 8	III	N	N	N	N
N 7	IV	N	S	S	N
	IV	N	S	N	S
N 6	V	N	S	N	N
N 5	VI	S	N	N	S
	VI	S	N	S	N
N 4	VII	S	N	N	N
N 3	VIII	S	S	S	N
	VIII	S	S	N	S
N 2	IX	S	S	N	N
N 1	X	S	S	S	S

Tabela 4.6 - Identificação dos níveis de impacto “N” do PVF₃ “Cruzamentos”

Descritor do PVF “Cruzamentos”	
Nível de Impacto	Descrição
N 10	A faixa de serviços da LT não cruza feixe de microondas, não cruza com emissor de agentes corretivos e cruza vias mais de uma vez.
N 9	A faixa de serviços da LT não cruza feixe de microondas, não cruza com emissor de agentes corretivos e cruza vias uma vez.
N 8	A faixa de serviços da LT não cruza feixe de microondas, não cruza com emissor de agentes corretivos e não cruza com vias.
N 7	A faixa de serviços da LT não cruza feixe de micro ondas, cruza com emissor de agentes corretivos e cruza vias mais de uma vez ou A faixa de serviços da LT não cruza feixe de microondas, cruza com emissor de agentes corretivos e cruza vias uma vez.
N 6	A faixa de serviços da LT não cruza feixe de microondas, cruza com emissor de agentes corretivos e não cruza vias.
N 5	A faixa de serviços da LT cruza feixe de microondas, não cruza com emissor de agentes corretivos e cruza vias uma vez ou A faixa de serviços da LT cruza feixe de microondas, não cruza com emissor de agentes corretivos e cruza vias mais de uma vez.
N 4	A faixa de serviços da LT cruza feixe de microondas, não cruza com emissor de agentes corretivos e não cruza vias.
N 3	A faixa de serviços da LT cruza feixe de microondas, cruza com emissor de agentes corretivos e cruza vias mais de uma vez ou A faixa de serviços da LT cruza feixe de micro ondas, cruza com emissor de agentes corretivos e cruza vias uma vez
N 2	A faixa de serviços da LT cruza feixe de microondas, cruza com emissor de agentes corretivos e cruza vias.
N 1	A faixa de serviços da LT cruza feixe de microondas, cruza com emissor de agentes corretivos e não cruza vias.

Tabela 4.7 - Descritor do PVF₃ “Cruzamentos”

Outro aspecto considerado importante pelo decisor no que se refere ao ponto de vista “*cruzamentos*”, deve-se à possibilidade de analisar diferentes aspectos de modo simultâneo.

Finalizado a ordenação dos níveis de impacto, foi construído um descritor para o ponto de vista “Cruzamentos” com dez níveis, adequado ao grande número de combinações de ações fictícias obtidas.

4 - PVF₄ Acesso

Os estados possíveis dos pontos de vista elementares, que formam o PVF “*acesso*”, foram restringidas pelo decisor aos estados sim “S” e não “N”, uma vez que todos os meios de acesso atualmente em uso pela concessionária foram incorporados à análise. Ao ser questionado sobre a possibilidade de melhor detalhar o PVF “*acesso*” em termo de seus elementos formadores, o decisor optou por não fazê-lo por entender que obteria um resultado prático pouco significativo, em termos de redução dos custos com deslocamento de equipes de manutenção ao longo da vida útil da LT.

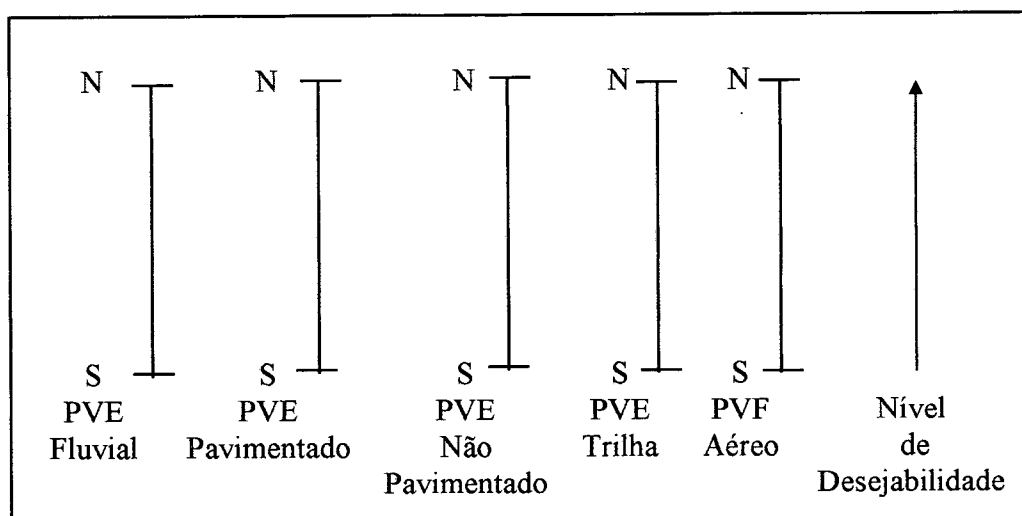


Figura 4.8 - Identificação dos Estados Possíveis dos PVEs do Ponto de Vista Fundamental “Acesso”

As ações fictícias foram operacionalizadas de modo análogo aos PVFs anteriores, com objetivo de facilitar a ordenação pelo decisor.

Nas combinações de estados, *a* e *b*, foram descartadas por se tratar de um estado (combinação) irreal, ou seja, estas ações fictícias não correspondem à realidade da concessionária, no que diz respeito ao acesso estritamente aéreo, ou ainda, não existe uma LT que não possa ser acessada por algum meio de transporte.

Grupo	Ident.	Fluvial	Via Pavimentada	Via Não Pavimentada	Trilha	Aéreo
XIII	<i>a</i>	N	N	N	N	N
XIII	<i>b</i>	N	N	N	N	S
XI	<i>c</i>	N	N	N	S	N
X	<i>d</i>	N	N	S	N	N
X	<i>e</i>	N	S	N	N	N
XI	<i>f</i>	S	N	N	N	N
XII	<i>g</i>	S	N	N	N	S
IX	<i>h</i>	S	N	N	S	N
IX	<i>i</i>	S	N	S	N	N
IX	<i>j</i>	S	S	N	N	N
VIII	<i>k</i>	S	S	N	N	S
VIII	<i>l</i>	S	S	N	S	N
VI	<i>m</i>	S	S	S	N	N
VI	<i>n</i>	S	S	S	N	S
II	<i>o</i>	S	S	S	S	N
V	<i>p</i>	S	S	N	S	S
V	<i>q</i>	S	N	S	S	S
II	<i>r</i>	N	S	S	S	S
III	<i>s</i>	N	S	S	S	N
III	<i>t</i>	N	S	S	N	S
VI	<i>u</i>	N	S	N	S	S
VI	<i>v</i>	N	N	S	S	S
IV	<i>w</i>	N	N	S	S	N
IV	<i>x</i>	N	N	S	N	S
IV	<i>y</i>	N	N	N	S	S
I	<i>z</i>	S	S	S	S	S

Tabela 4.8 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF₄ "Acesso"

Obtidas todas possíveis combinações dos estados dos PVEs que compõem o PVF “acesso”, as ações fictícias que representam estas combinações foram classificadas pelo decisor por níveis de impacto “N”.

Nível de Impacto	Grupo	Ident.	Fluvial	Via Pavimentada	Via Não Pavimentada	Trilha	Aéreo
N 13	I	<i>z</i>	S	S	S	S	S
N 12	II	<i>r</i>	N	S	S	S	S
	II	<i>o</i>	S	S	S	S	N
N 11	III	<i>t</i>	N	S	S	N	S
	III	<i>s</i>	N	S	S	S	N
N 10	IV	<i>w</i>	N	N	S	S	N
	IV	<i>x</i>	N	N	S	N	S
	IV	<i>y</i>	N	N	N	S	S
N 9	V	<i>p</i>	S	S	N	S	S
	V	<i>q</i>	S	N	S	S	S
N 8	VI	<i>m</i>	S	S	S	N	N
	VI	<i>n</i>	S	S	S	N	S
N 7	VII	<i>u</i>	N	S	N	S	S
	VII	<i>v</i>	N	N	S	S	S
N 6	VIII	<i>k</i>	S	S	N	N	S
	VIII	<i>l</i>	S	S	N	S	N
N 5	IX	<i>h</i>	S	N	N	S	N
	IX	<i>i</i>	S	N	S	N	N
	IX	<i>j</i>	S	S	N	N	N
N 4	X	<i>e</i>	N	S	N	N	N
	X	<i>d</i>	N	N	S	N	N
N 3	XI	<i>f</i>	S	N	N	N	N
	XI	<i>c</i>	N	N	N	S	N
N 2	XII	<i>g</i>	S	N	N	N	S
	XIII	<i>a</i>	N	N	N	N	N
N 1	XIII	<i>b</i>	N	N	N	N	S

Tabela 4.9 - Identificação dos níveis de impacto “N” do PVF₄ “Acesso”

Descritor do PVF “Acesso”	
Nível de Impacto	Descrição
N 12	O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, por via pavimentada, por via não pavimentada, por trilha e por via aérea.
N 11	O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, será por via pavimentada, por via não pavimentada, por trilha e por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, por via pavimentada, por via não pavimentada, por trilha e via aérea.
N 10	O acesso a faixa de serviços da LT não será por via fluvial, será por via pavimentada, por via não pavimentada, não será por trilha e será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, será por via pavimentada, por via não pavimentada, por trilha e não será por via aérea.
N 9	O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, será por trilha e será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, não será por via pavimentada, será por via não pavimentada, será por trilha e será por via aérea.
N 8	O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, será por via pavimentada, será por via não pavimentada, não será por trilha e não será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, será por via pavimentada, será por via não pavimentada, não será por trilha e será por via aérea.
N 7	O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, não será por via pavimentada, será por via não pavimentada, será por trilha e não será por via aérea. Ou O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, não será por via pavimentada, será por via não pavimentada, não será por trilha e será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, não será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, será por trilha e será por via aérea.
N 6	O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, será por trilha e será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, não será por via pavimentada, será por via não pavimentada, será por trilha e será por via aérea.
N 5	O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, não será por trilha e será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, será por trilha e não será por via aérea.
N 4	O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, não será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, será por trilha e não será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, não será por via pavimentada, será por via não pavimentada, não será por trilha e não será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, não será por trilha e não será por via aérea.

Descritor do PVF “Acesso”	
Nível de Impacto	Descrição
N 3	O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, será somente por via pavimentada, não será por via não pavimentada, não será por trilha, não será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, não será pôr via pavimentada, será somente por via não pavimentada, não será por trilha, não será por via aérea.
N 2	O acesso à faixa de serviços da LT será somente por via fluvial, não será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, não será por trilha, e será por via aérea, ou O acesso à faixa de serviços da LT não será por via fluvial, não será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, será somente por trilha, e não será por via aérea.
N 1	O acesso à faixa de serviços da LT será por via fluvial, não será por via pavimentada, não será por via não pavimentada, não será por trilha, e será por via aérea.

Tabela 4.10 - Descritor do PVF₃ “Acessos”

Apesar de os descritores proporcionar um melhor compreensão do significado dos PVFs, o decisor teve dúvidas na sua ordenação dos níveis do PVF “Acesso” devido à extensão e à semelhança das ações.

5 - PVF₅ Paralelismo

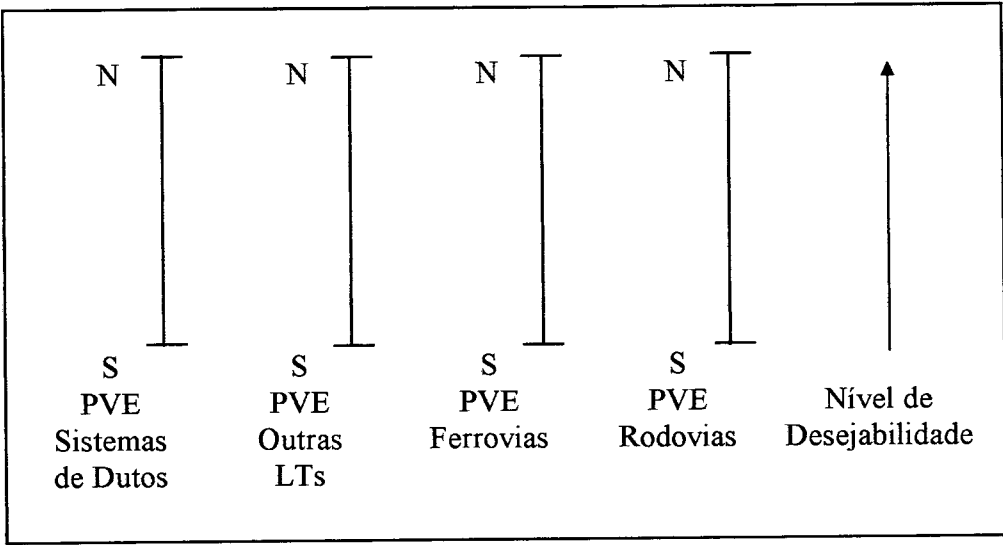


Figura 4.9 - Identificação dos Estados Possíveis dos PVE’s do Ponto de Vista Fundamental “Paralelismo”

Como na identificação dos possíveis estados dos PVEs que formam o PVF “Paralelismo”, o decisor declarou ser aqui o estado “N” sempre preferível ao estado “S”.

Grupo	Ident.	Sistema de Dutos	Outras LT's	Ferrovias	Rodovias
I	a	N	N	N	N
I	b	N	N	N	S
V	c	N	N	S	N
III	d	N	S	N	N
II	e	S	N	N	N
II	f	S	N	N	S
VI	g	S	N	S	N
IV	h	S	S	N	N
VII	i	N	S	S	N
III	j	N	S	N	S
V	k	N	N	S	S
VIII	l	S	S	S	N
IV	m	S	S	N	S
VI	n	S	N	S	S
VII	o	N	S	S	S
VIII	p	S	S	S	S

Tabela 4.11 - Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF₅ “Paralelismo”

O decisor justificou a importância do PVF “*paralelismo*” pela possibilidade de evitar acidentes fatais por tensão induzida.

Níveis de impacto	Grupo	Sistema de Dutos	Outras LT's	Ferrovias	Rodovias
N 8	I	N	N	N	N
	I	N	N	N	S
N 7	II	S	N	N	N
	II	S	N	N	S
N 6	III	N	S	N	S
	III	N	S	N	N
N 5	IV	S	S	N	S
	IV	S	S	N	N
N 4	V	N	N	S	N
	V	N	N	S	S
N 3	VI	S	N	S	N
	VI	S	N	S	S
N 2	VII	N	S	S	S
	VII	N	S	S	N
N 1	VIII	S	S	S	N
	VIII	S	S	S	S

Tabela 4.12 - Identificação dos níveis de impacto “N” do PVF₅ “Paralelismo”

Descritor do PVF “Paralelismo”	
Nível de Impacto	Descrição
N 8	A faixa de serviços da LT não corre em paralelo com sistemas de dutos, não corre paralelo com outras LTs, não corre em paralelo com ferrovias e não corre em paralelo com rodovias, ou A faixa de serviços da LT não corre em paralelo com sistemas de dutos, não corre em paralelo com outras LTs, não corre em paralelo com ferrovias e corre em paralelo com rodovias.
N 7	A faixa de serviços da LT corre em paralelo com sistemas de dutos, não corre em paralelo com outras LTs, não corre em paralelo com ferrovias e não corre em paralelo com rodovias, ou A faixa de serviços da LT corre em paralelo com sistemas de dutos, não corre em paralelo com outras LTs, não corre em paralelo com ferrovias e corre em paralelo com rodovias.
N 6	A faixa de serviços da LT não corre em paralelo com sistemas de dutos, corre em paralelo com outras LTs, não corre em paralelo com ferrovias e não corre em paralelo com rodovias, ou A faixa de serviços da LT não corre em paralelo com sistemas de dutos, corre em paralelo com outras LTs, não corre em paralelo com ferrovias e corre em paralelo com rodovias.
N 5	A faixa de serviços da LT corre em paralelo com sistemas de dutos, corre em paralelo com outras LTs, não corre em paralelo com ferrovias e não corre em paralelo com rodovias, ou A faixa de serviços da LT corre em paralelo com sistemas de dutos, corre em paralelo com outras LTs, não corre em paralelo com ferrovias e corre em paralelo com rodovias.
N 4	A faixa de serviços da LT não corre em paralelo com sistemas de dutos, não corre em paralelo com outras LTs, corre em paralelo com ferrovias e não corre em paralelo com rodovias, ou A faixa de serviços da LT não corre em paralelo com sistemas de dutos, não corre em paralelo com outras LTs, corre em paralelo com ferrovias e corre em paralelo com rodovias.
N 3	A faixa de serviços da LT corre em paralelo com sistemas de dutos, não corre em paralelo com outras LTs, corre em paralelo com ferrovias e não corre em paralelo com rodovias, ou A faixa de serviços da LT corre em paralelo com sistemas de dutos, não corre em paralelo com outras LTs, corre em paralelo com ferrovias e corre em paralelo com rodovias.
N 2	A faixa de serviços da LT não corre em paralelo com sistemas de dutos, corre em paralelo com outras LTs, corre em paralelo com ferrovias e corre em paralelo com rodovias, ou A faixa de serviços da LT não corre em paralelo com sistemas de dutos, corre em paralelo com outras LTs, corre em paralelo com ferrovias e não corre em paralelo com rodovias.
N 1	A faixa de serviços da LT corre em paralelo com sistemas de dutos, corre em paralelo com outras LTs, corre em paralelo com ferrovias e não corre em paralelo com rodovias, ou A faixa de serviços da LT corre em paralelo com sistemas de dutos, corre em paralelo com outras LTs, corre em paralelo com ferrovias e corre em paralelo com rodovias

Tabela 4.13 - Descritor do PVF₅ “Paralelismo”

De modo análogo ao PVF anterior, o decisor teve alguma dificuldade em ordenar as ações por níveis devido à semelhança das ações. Contudo, ressaltou a importância do PVF no sentido que uma alternativa corretamente avaliada por este PVF pode resultar em redução dos custos de implantação e manutenção de sistemas de aterramento necessários à segurança da população rural e urbana, como também à confiabilidade do sistema.

6 - PVF₆ Reserva Indígena

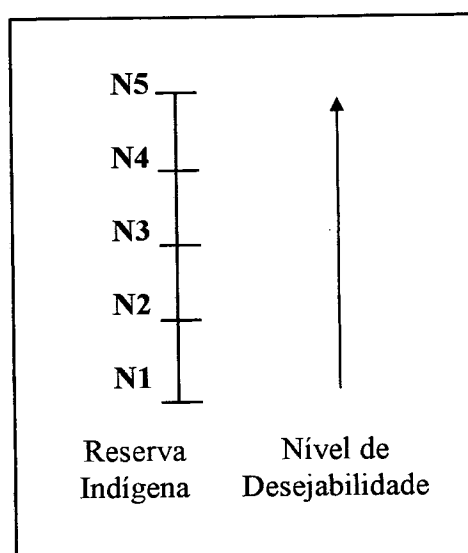


Figura 4.10 - Identificação dos níveis do Ponto de Vista Fundamental "Reserva Indígena"

Na identificação dos estados possíveis do PVF "*Reserva Indígena*", o decisor limitou em cinco o número de níveis por ele considerado como adequados na avaliação do grau de interferência provocada por um projeto de LT.

O pior nível, ou seja, o menos desejável (*N 1*), foi arbitrado pelo decisor em 20% como sendo valor máximo representando o total dos recursos naturais devastado em uma reserva indígena.

O decisor pautou sua escolha no Código Florestal, Lei 4.771 de 15 de Setembro de 1965, que não estabelece limite para desmatamento de áreas de

preservação permanente quando se trata da execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou de interesse social.

De acordo com o decisor, o Código Florestal estabelece o percentual de 20% como a cobertura nativa mínima admissível em propriedades rurais da região de atuação da concessionária.

Descritor do PVF “Reserva Indígena”	
Nível de Impacto	Descrição
N 5	A faixa de serviços da LT não ocupa áreas de reserva indígena.
N 4	A área total da faixa de serviços da LT dentro da reserva indígena ocupa no máximo 1% do total da área da reserva.
N 3	A área total da faixa de serviços da LT dentro da reserva indígena ocupa de 1% a no máximo 5 % do total da área da reserva.
N 2	A área total da faixa de serviços da LT dentro da reserva indígena ocupa de 5% a no máximo 10% do total da área da reserva.
N 1	A área total da faixa de serviço da LT dentro da reserva indígena ocupa de 10% a no máximo 20% do total da área da reserva.

Tabela 4.14 - Descritor do PVF₅ “Reserva Indígena”

O PVF “*Reserva Indígena*” é considerado pelo decisor como um dos mais relevantes, merecendo tratamento especialmente por parte da concessionária, devido às exigências das instituições internacionais financiadoras do setor e pressões da sociedade através das organizações não governamentais, no que se refere à preservação da cultura e dos costumes dos povos índios.

Outro ponto apontado pelo decisor como relevante é a possibilidade de melhor avaliar as rotas, reduzindo as compensações materiais solicitadas pelos órgãos de proteção às populações indígenas, onerosas e não previstas em projeto.

7 - PVF₇ Área de Vida Animal

Na identificação dos possíveis estados dos pontos de vista elementares que compõem o PVF “Área de Vida Animal”, para o PVE “Rota de Aves Migratórias” entre os estados “não cruza rotas de aves migratórias” (*N*) e “cruza rotas de aves migratórias” (*S*) o decisor apontou o estado (*N*) como preferível. Para o PVE “Área de Procriação”, foram criados estados que identificam o percentual ocupado pela LT. O estado “*N*” representa 0% da área de procriação, o estado “*B*” no máximo 10% e o estado “*C*” de 10% a 20%. Nos dois casos, o estado “*N*” é preferível aos demais estados, sempre.

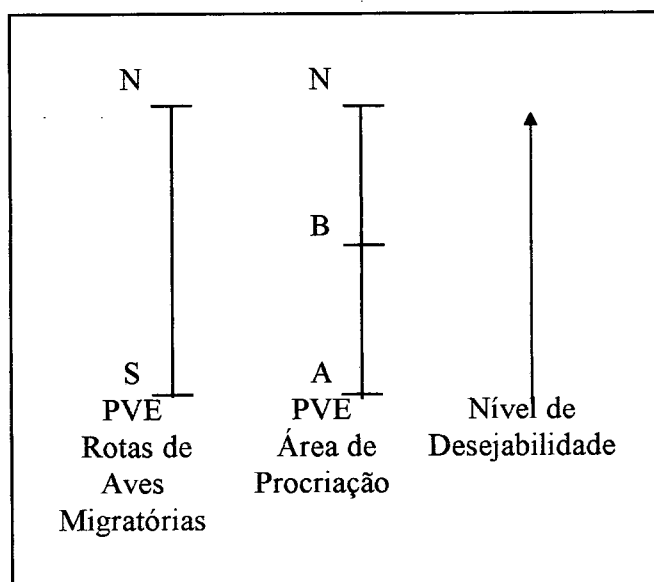


Figura 4.11 - Identificação dos Estados Possíveis dos PVEs do Ponto de Vista Fundamental “Área de Vida Animal”

Identificados os estados possíveis dos PVEs, foram feitas combinações de modo a obter um conjunto de ações fictícias representativas do PVF “Área de Vida Animal”. Este ponto de vista, identificado como parte da área de interesse *meio ambiente*, recebeu uma atenção especial do decisor, que ao proceder a ordenação das ações por níveis optou por reiniciar a operacionalização deste PVF, por achar que o pequeno número de ações, comparadas aos demais PVFs, não condiziam com a importância por ele atribuída a este ponto de vista.

Grupo	Ordem	Rotas de Aves Migratórias	Área de Procriação
I	a	N	N
III	b	N	A
II	c	N	B
II	d	S	A
III	e	S	B
IV	f	S	N

Tabela 4.15 Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF₇ “Área de vida animal”

Desta forma, o processo foi reiniciado tendo confirmado as combinação de estado anteriormente obtidas pelo facilitador.

Níveis de impacto	Grupo	Rotas de Aves Migratórias	Área de Procriação
N 6	I	N	N
N5	II	N	B
N 4	III	N	A
N 3	IV	S	N
N2	VI	S	B
N1	V	S	A

Tabela 4.16 - Identificação dos níveis de impacto “N” do PVF₇ “Área de vida animal

Na opinião do facilitador, apesar de contar com poucos níveis de impacto o descritor do PVF “Área de Vida Animal”, proporciona uma correta descrição do PVF.

Descritor do PVF “Área de Vida Animal”	
Nível de Impacto	Descrição
N 6	A faixa de serviço da LT não cruza rotas de aves migratórias e não ocupa áreas de procriação.
N 5	A faixa de serviço da LT não cruza rotas de aves migratórias e ocupa de 10% a no máximo 20% do total das áreas de procriação.
N 4	A faixa de serviço da LT não cruza rotas de aves migratórias e ocupa no máximo 10% do total das áreas de procriação.
N 3	A faixa de serviço da LT cruza rotas de aves migratórias e não ocupa áreas de procriação.
N 2	A faixa de serviço da LT cruza rotas de aves migratórias e ocupa no máximo 10% do total das áreas de procriação.
N 1	A faixa de serviço da LT cruza rotas de aves migratórias e ocupa de 10% a no máximo 20% do total das áreas de procriação .

Tabela 4.17 - Descritor do PVF₇ “Área de Vida Animal”

8 - PVF₈ Área de Preservação Permanente

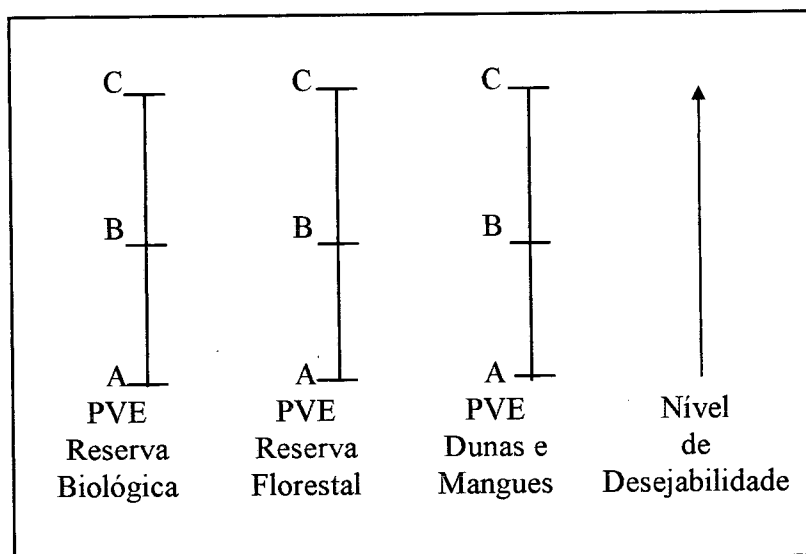


Figura 4.12 - Identificação dos Estados Possíveis dos PVEs do Ponto de Vista Fundamental "Área de Preservação"

Para que a identificação dos possíveis estados dos pontos de vista elementares fosse considerada pelo decisor como adequada, foi necessário refazer a identificação dos estados, para que os estados intermediários fossem incorporados à análise.

Desta forma, identificados os estados intermediários, o decisor optou por se basear no Código Florestal para determinar os percentuais de ocupação das áreas de preservação pela faixa de serviços da LT.

Grupo	Ordem	Reserva Biológica	Reserva Florestal	Dunas e Mangues
XIV	1	A	A	A
XIII	2	A	A	B
XII	3	A	A	C
XIII	4	A	B	A
VI	5	A	B	B
IX	6	A	B	C
X	7	A	C	A
IX	8	A	C	B
III	9	A	C	C
XI	10	B	A	A
VI	11	B	A	B
VIII	12	B	A	C
VI	13	B	B	A
V	14	B	B	B
IV	15	B	B	C
VIII	16	B	C	A
IV	17	B	C	B
II	18	B	C	C
X	19	C	A	A
VII	20	C	A	B
III	21	C	A	C
VII	22	C	B	A
IV	23	C	B	B
II	24	C	B	C
III	25	C	C	A
II	26	C	C	B
I	27	C	C	C
II	26	C	C	C

Tabela 4.18 Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF₈
“Área de Preservação”

Legenda

A
A área total da faixa de serviço da L,T dentro da área de preservação permanente, ocupa de 10% a no máximo 20% do total da área.

B
A área total da faixa de serviço da LT, dentro da área de preservação permanente, ocupa no máximo 10% do total da área .

C
A área total da faixa de serviço da L,T não ocupa a área de preservação permanente.

Na identificação dos níveis de impacto, devido a seu grande número de combinações identificadas, levou o decisor a solicitar o auxílio do facilitador, pela falta de sequência lógica na primeira ordenação.

Apesar de extenso, o descritor mostrou-se adequado na identificação de todas as ações descritas em cada nível de impacto.

Níveis de Impacto	Grupos	Reserva Biológica	Reserva Florestal	Dunas e Mangues
N 14	I	C	C	C
N 13	II	C	C	B
	II	B	C	C
	II	C	B	C
N 12	III	C	C	A
	III	C	A	C
	III	A	C	C
N 11	IV	C	B	B
	IV	B	B	C
	IV	B	C	B
N 10	V	B	B	B
N 9	VI	B	B	A
	VI	A	B	B
	VI	B	A	B
N 8	VII	C	B	A
	VII	C	A	B
N 7	VIII	B	C	A
	VIII	B	A	C
N 6	IX	A	B	C
	IX	A	C	B
N 5	X	A	C	A
	X	C	A	A
N 4	XI	B	A	A
N 3	XII	A	A	C
N 2	XIII	A	A	B
	XIII	A	B	A
N 1	XIV	A	A	A

Tabela 4.19 - Identificação dos níveis de impacto “N” do PVF₈
“Área de Preservação”

Descritor do PVF “Área de Preservação Permanente”	
Nível de Impacto	Descrição
N 14	A faixa de serviço da LT não ocupa a área de reserva biológica, não ocupa a área de reserva florestal e não ocupa a área de dunas e mangues
N 13	A faixa de serviço da LT não ocupa área de reserva biológica, não ocupa área de reserva florestal e ocupa no máximo 10% da área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT ocupa no máximo 10% da área de reserva biológica, não ocupa área de reserva florestal e não ocupa área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT não ocupa área de reserva biológica, ocupa no máximo 10% da área de reserva florestal, e não ocupa área de dunas e mangues.
N 12	A faixa de serviço da LT não ocupa área de reserva biológica, não ocupa área de reserva florestal e ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT não ocupa área de reserva biológica, ocupa de 10% a no máximo 20% da área de reserva florestal, e não ocupa área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT ocupa 10% a no máximo 20% da área de reserva biológica, não ocupa área de reserva florestal, e ocupa no máximo 10% da área de dunas e mangues.
N 11	A faixa de serviço da LT não ocupa área de reserva biológica, mas ocupa no máximo 10% do total da área de reserva florestal e ocupa no máximo 10% do total da área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT ocupa no máximo 10% do total da área de reserva biológica, ocupa no máximo 10% do total da área de reserva florestal e não ocupa área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT ocupa no máximo 10% da área de reserva biológica, não ocupa área de reserva florestal e ocupa no máximo 10% do total da área de dunas e mangues.
N 10	A faixa de serviço da LT ocupa no máximo 10% do total da área de reserva biológica, ocupa no máximo 10% do total da área de reserva florestal e ocupa no máximo 10% do total da área de dunas e mangues.
N 9	A faixa de serviço da LT ocupa no máximo 10% do total da área de reserva biológica, ocupa 10% no máximo do total da área de uma reserva florestal e ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva biológica, ocupa no máximo 10% do total da área de reserva florestal e ocupa no máximo 10% do total da área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT ocupa no máximo 10% do total da área de reserva biológica, ocupa de 10% a no máximo 20% do total da área de reserva florestal e ocupa no máximo 10% do total da área de dunas e mangues

Descritor do PVF “Área de Preservação Permanente”	
Nível de Impacto	Descrição
N 8	A faixa de serviço da LT não ocupa área de reserva biológica, ocupa no máximo 10% do total da área de reserva florestal e ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de Dunas e Mangues, ou A faixa de serviço da LT não ocupa área de reserva biológica, ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva florestal e ocupa no máximo 10% do total da área de dunas e mangues.
N 7	A faixa de serviço da LT ocupa no máximo 10% do total da área de reserva biológica, não ocupa área de reserva florestal e ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT ocupa no máximo 10% do total da área de reserva biológica, ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva florestal e não ocupa área de dunas e mangues
N 6	A faixa de serviço da LT ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva biológica, ocupa no máximo 10% do total da área de reserva florestal e não ocupa área de dumas e mangues, ou A faixa de serviço da LT ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva biológica, não ocupa área de reserva florestal e ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de dumas e mangues.
N 5	A faixa de serviço da LT ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva biológica, não ocupa área de reserva florestal e ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT não ocupa área de reserva biológica, ocupa área 10% a no máximo 20% do total da área de reserva florestal e ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de dunas e mangues
N 4	A faixa de serviço da LT ocupa no máximo 10% do total da área de reserva biológica, ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva florestal e ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de dunas e mangues
N 3	A faixa de serviço da LT ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva biológica, ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva florestal e não ocupa área de dunas e mangues.
N 2	A faixa de serviço da LT ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva biológica, ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de uma reserva florestal e ocupa no máximo 10% do total da área de dunas e mangues, ou A faixa de serviço da LT ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva biológica, ocupa no máximo 10% do total da área de reserva florestal e ocupa 10 a no máximo 20% do total da área de dunas e mangues.
N 1	A faixa de serviço da LT ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de reserva biológica, ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de uma reserva florestal e ocupa 10% a no máximo 20% do total da área de dunas e mangues.

Tabela 4.20 - Descritor do PVF₈ “Área de Preservação”

9 - PVF₉ Densidade Populacional

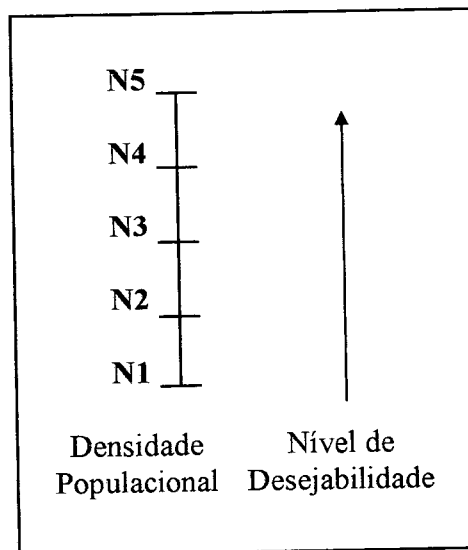


Figura 4.13 - Identificação dos níveis do Ponto de Vista Fundamental "Densidade Populacional"

A operacionalização do PVF "*Densidade Populacional*" foi iniciada com a criação de cinco níveis representando os estados possíveis. A densidade populacional representada em cada nível foi arbitrada pelo decisor, que tomou por base estudos da própria concessionária sobre a área de influência (500m de cada lado) e características das populações ao longo da faixa de serviços das LTs. Como próximo passo foi construído o descritor para representar os níveis de impacto.

Descritor do PVF "Densidade Populacional"	
Nível de Impacto	Descrição
N 5	A densidade populacional (D) ao longo da faixa de serviços da LT é de $0 < D < 10 \text{ hab/ km}^2$.
N 4	A densidade populacional (D) ao longo da faixa de serviços da LT é de $10 < D < 100 \text{ hab/ km}^2$.
N 3	A densidade populacional (D) ao longo da faixa de serviços da LT é de $100 < D < 1000 \text{ hab/ km}^2$.
N 2	A densidade populacional (D) ao longo da faixa de serviços da LT é de $1000 < D < 5000 \text{ hab/ km}^2$.
N 1	A densidade populacional (D) ao longo da faixa de serviços da LT é de $5000 < D < \text{hab/ km}^2$.

Tabela 4.21 - Descritor do PVF₈ "Densidade Populacional"

10 - PVF₁₀ Área de Turismo

Na operacionalização do ponto de vista “Áreas de Turismo” o decisor procedeu de modo análogo aos demais pontos de vista com possíveis estados sim (S) e não (N), com o estado (N) preferível ao estado (S).

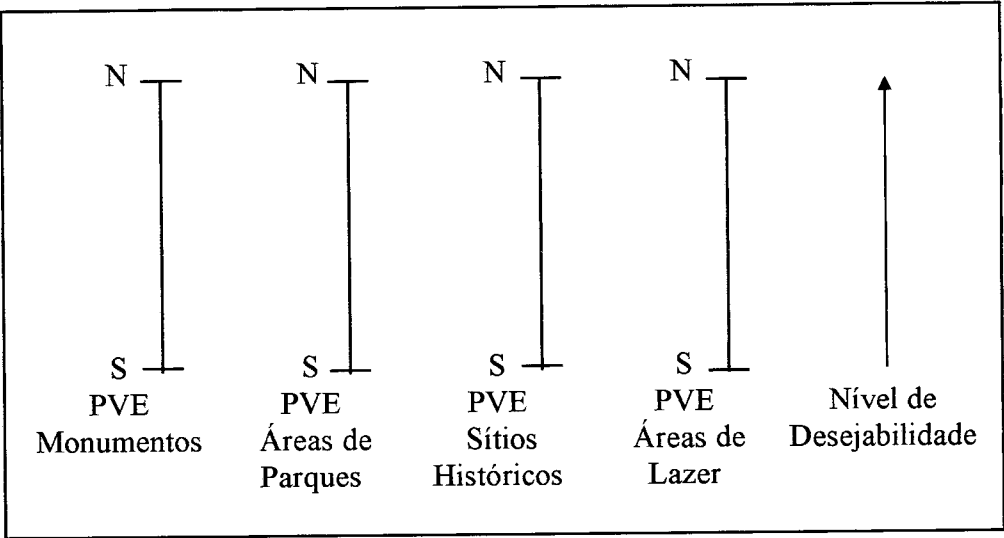


Figura 4.14 - Identificação dos Estados Possíveis dos PVEs do Ponto de Vista Fundamental “Área de Turismo”

Grupo	Ident.	Monumentos	Área de Parques	Sítios Históricos	Áreas de Lazer
I	a	N	N	N	N
II	b	N	N	N	S
III	c	N	N	S	N
II	d	N	S	N	N
III	e	S	N	N	N
IV	f	S	N	N	S
VI	g	S	N	S	N
IV	h	S	S	N	N
V	i	N	S	S	N
III	j	N	S	N	S
V	k	N	N	S	S
VIII	l	S	S	S	N
VII	m	S	S	N	S
VIII	n	S	N	S	S
VII	o	N	S	S	S
IX	p	S	S	S	S

Tabela 4.22 Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF₁₀ “Área de Turismo”

A possibilidade de usar níveis intermediários para representar percentualmente a interferência das LTs em áreas de turismo foi rejeitada pelo decisor ao argumentar que as LTs são incompatíveis com áreas de turismo, quer pelo aspecto visual quer pela segurança dos visitantes, confiabilidade do sistema e imagem da concessionária em relação à preservação desses locais. Vale a pena lembrar que o *aspecto imagem da empresa* não foi em nenhuma ocasião mencionada pelo decisor, o que levou o facilitador sugerir reiniciar o processo para que este aspecto fosse incluído, embora descartada pelo decisor.

Níveis de Impacto	Grupo	Monumentos	Área de Parques	Sítios Históricos	Áreas de Lazer
N 9		N	N	N	N
N 8	II	N	N	N	S
	II	N	S	N	N
	II	S	N	N	S
N 7	III	N	N	S	N
	III	S	N	N	N
N 6	IV	S	N	N	S
	IV	S	S	N	N
N 5	V	N	S	S	N
	V	N	N	S	S
N 4	VI	S	N	N	S
N 3	VII	S	S	N	N
	VII	N	S	S	S
N 2	VIII	S	N	S	S
	VIII	S	S	S	N
N 1	IX	S	S	S	S

Tabela 4.23 - identificação dos níveis de impacto "N" do PVF₁₀ "Área de Turismo"

Após identificados os estados possíveis dos PVEs, foram identificadas as combinações desses PVEs necessárias à ordenação das ações por níveis de impacto.

Para o decisor, o ponto de vista "*Áreas de Turismo*" merece atenção especial, não só por possíveis danos ou até mesmo a destruição de parte dos recursos naturais ou da memória histórica e cultural de uma região, mas também pelos graves problemas sociais resultantes da extinção dos postos de trabalho diretos ou indiretos

proporcionados pela atividade do turismo. Com exemplo o decisor citou o caso do município de Guaíra no Estado do Paraná.

Descritor do PVF “Áreas de Turismo	
Nível de Impacto	Descrição
N 9	A faixa de serviços da LT não passa por áreas de monumentos, não passa por áreas de parques, não passa por sítios históricos e não passa por áreas de lazer.
N 8	A faixa de serviços da LT não passa por áreas de monumentos, não passa por áreas de parques, não passa por sítios históricos e passa por áreas de lazer ou A faixa de serviços da LT passa por áreas de monumentos, não passa por áreas de parques, passa por sítios históricos e não passa por áreas de lazer ou A faixa de serviços da LT não passa por áreas de monumentos, passa por áreas de parques, não passa por sítios históricos e passa por áreas de lazer
N 7	A faixa de serviços da LT não passa por áreas de monumentos, não passa por áreas de parques, passa por sítios históricos e não passa por áreas de lazer ou A faixa de serviços da LT passa por áreas de monumentos, não passa por áreas de parques, não passa por sítios históricos e não passa por áreas de lazer
N 6	A faixa de serviços da LT passa por áreas de monumentos, não passa por áreas de parques, não passa por sítios históricos e passa por áreas de lazer ou A faixa de serviços da LT passa por áreas de monumentos, passa por áreas de parques, não passa por sítios históricos e não passa por áreas de lazer
N 5	A faixa de serviços da LT não passa por áreas de monumentos, passa por áreas de parques, passa por sítios históricos e não passa por áreas de lazer ou A faixa de serviços da LT não passa por áreas de monumentos, não passa por áreas de parques, passa por sítios históricos e passa por áreas de lazer
N 4	A faixa de serviços da LT passa por áreas de monumentos, não passa por áreas de parques, passa por sítios históricos e não passa por áreas de lazer
N 3	A faixa de serviços da LT passa por áreas de monumentos, passa por áreas de parques, não passa por sítios históricos e passa por áreas de lazer ou A faixa de serviços da LT não passa por áreas de monumentos, passa por áreas de parques, passa por sítios históricos e passa por áreas de lazer
N 2	A faixa de serviços da LT passa por áreas de monumentos, não passa por áreas de parques, passa por sítios históricos e passa por áreas de lazer ou A faixa de serviços da LT passa por áreas de monumentos, passa por áreas de parques, passa por sítios históricos e não passa por áreas de lazer
N 1	A faixa de serviços da LT passa por áreas de monumentos, passa por áreas de parques, passa por sítios históricos e passa por áreas de lazer

Tabela 4.24 - Descritor do PVF₈ “Área de Turismo”

A figura 4.24, apresenta o descritor para o ponto de vista considerado pelo decisor como adequada na descrição das ações que representam seus valores.

11 - PVF₁₁ Projetos Futuros

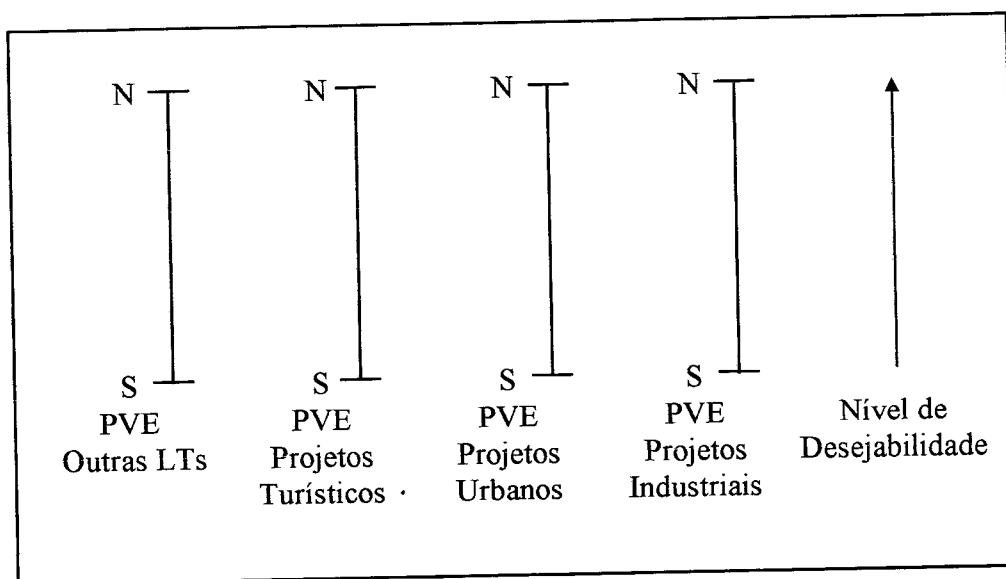


Figura 4.15 - Identificação dos Estados Possíveis dos PVEs do Ponto de Vista Fundamental "Futuros Projetos"

Na identificação dos estados possíveis dos pontos de vista elementares, o decisor declarou ser o estado (*N*) preferível ao estado (*S*) sempre.

A necessidade de observar a existência de futuros projetos, durante a fase de seleção da rota para uma LT, deve-se principalmente ao respeito pelo direito adquirido de terceiros, sem o qual a concessionária estaria sujeita a demandas judiciais, que no futuro seria materializada em termos de compensações financeiras indesejáveis.

Grupo	Ident.	Outras LT's	Projetos Turísticos	Projetos urbanos	Projetos Industriais
I	<i>a</i>	N	N	N	N
II	<i>b</i>	N	N	N	S
III	<i>c</i>	N	N	S	N
III	<i>d</i>	N	S	N	N
II	<i>e</i>	S	N	N	N
IV	<i>f</i>	S	N	N	S
V	<i>g</i>	S	N	S	N
V	<i>h</i>	S	S	N	N
VII	<i>i</i>	N	S	S	N
VI	<i>j</i>	N	S	N	S
VI	<i>k</i>	N	N	S	S
VIII	<i>l</i>	S	S	S	N
IX	<i>m</i>	S	S	N	S
IX	<i>n</i>	S	N	S	S
VIII	<i>o</i>	N	S	S	S
X	<i>p</i>	S	S	S	S

Tabela 4.25 Identificação das Ações Fictícias Possíveis do PVF₁₁ “Futuros Projetos”

Após identificadas as ações fictícias, estas foram ordenada por níveis de impacto pelo decisor, para a seguir ser operacionalizado o descritor do ponto de vista “*Futuros Projetos*”.

Níveis de Impacto	Grupo	Outras LT's	Projetos Turísticos	Sítios Históricos	Projetos Industriais
N 10	<i>I</i>	N	N	N	N
N 9	II	S	N	N	N
	II	N	N	N	S
N 8	III	N	N	S	N
	III	N	S	N	N
N 7	IV	S	N	N	S
N 6	V	S	N	S	N
	V	S	S	N	N
N 5	VI	N	S	N	S
	VI	N	N	S	S
N 4	VII	N	S	S	N
N 3	VIII	S	S	S	N
	VIII	N	S	S	S
N 2	IX	S	S	N	S
	IX	S	N	S	S
N 1	X	S	S	S	S

Tabela 4.26 - identificação dos níveis de impacto “N” do PVF₁₁ “Futuros Projetos

Descritor do PVF “Futuros Projetos”	
Nível de Impacto	Descrição
N 10	A faixa de serviços da LT não cruza com outras LTs, não passa por área de projetos turísticos, não passa por áreas de projetos urbanos e não passa por áreas de projetos industriais.
N 9	A faixa de serviços da LT cruza com outras LTs, não passa por área de projetos turísticos, não passa por áreas de projetos urbanos e não passa por áreas de projetos industriais, Ou A faixa de serviços da LT não cruza com outras LT's, não passa por área de projetos turísticos, não passa por áreas de projetos urbanos e passa por áreas de projetos industriais.
N 8	A faixa de serviços da LT não cruza com outras LTs, não passa por área de projetos turísticos, passa por áreas de projetos urbanos e não passa por áreas de projetos industriais, Ou A faixa de serviços da LT não cruza com outras LTs, passa por área de projetos turísticos, não passa por áreas de projetos urbanos e não passa por áreas de projetos industriais.
N 7	A faixa de serviços da LT cruza com outras LTs, não passa por área de projetos turísticos, não passa por áreas de projetos urbanos e passa por áreas de projetos industriais
N 6	A faixa de serviços da LT cruza com outras LTs, não passa por área de projetos turísticos, passa por áreas de projetos urbanos e não passa por áreas de projetos industriais, Ou A faixa de serviços da LT cruza com outras LTs, passa por área de projetos turísticos, não passa por áreas de projetos urbanos e não passa por áreas de projetos industriais
N 5	A faixa de serviços da LT não cruza com outras LTs, não passa por área de projetos turísticos, não passa por áreas de projetos urbanos e passa por áreas de projetos industriais, Ou A faixa de serviços da LT não cruza com outras LT's, não passa por área de projetos turísticos, passa por áreas de projetos urbanos e passa por áreas de projetos industriais
N 4	A faixa de serviços da LT não cruza com outras LT's, passa por área de projetos turísticos, passa por áreas de projetos urbanos e não passa por áreas de projetos industriais
N 3	A faixa de serviços da LT cruza com outras LTs, passa por área de projetos turísticos, passa por áreas de projetos urbanos e não passa por áreas de projetos industriais, Ou A faixa de serviços da LT não cruza com outras LTs, passa por área de projetos turísticos, passa por áreas de projetos urbanos e passa por áreas de projetos industriais
N 2	A faixa de serviços da LT cruza com outras LTs, passa por área de projetos turísticos, não passa por áreas de projetos urbanos e passa por áreas de projetos industriais, Ou A faixa de serviços da LT cruza com outras LTs, não passa por área de projetos turísticos, passa por áreas de projetos urbanos e passa por áreas de projetos industriais
N 1	A faixa de serviços da LT cruza com outras LTs, passa por área de projetos turísticos, passa por áreas de projetos urbanos e passa por áreas de projetos industriais

Tabela 4.27 - Descritor do PVF₁₁ “Futuros Projetos”

4.4 - DETERMINAÇÃO DAS ESCALAS DE VALOR LOCAL

Finalizada a fase de estruturação, com a construção do descritor para cada PVF, o processo de apoio à decisão prossegue com a fase de avaliação. Como primeiro passo são construídas as matrizes de juízo de valor, usadas como representação do valor que o decisor atribui à diferença de atratividade existente entre níveis de impacto dos descritores. Tal representação do sistema de valor do decisor é necessária para que ele, ao explicitar seus valores, possa contribuir na obtenção de uma escala de preferência local. As escalas de preferência local obtidas para cada PVF serão operacionalizadas pelo uso da metodologia Macbeth que, a partir da matriz de juízo de valor, irá gerar uma escala cardinal (escala Macbeth), possibilitando a representação dos valores do decisor por gráfico da função de valor como demonstrado a seguir.

Nos casos em que foram verificados inconsistências semânticas, em sua maioria devido à grande quantidade de níveis, que em algumas ocasiões dificultaram a explicitação do juízo de valor do decisor, foram corrigidas com auxílio do software Macbeth, e posteriormente julgadas e validadas pelo decisor.

A importância da função de valor na fase de avaliação não reside apenas no fato de proporcionar uma representação gráfica da escala Macbeth. A função proporciona, ainda, a possibilidade de avaliar níveis de impacto não descritos, representados por valores ou intervalos possíveis de projetar sobre o gráfico da função, e por meio destes ter, seu valor correspondente representado na escala.

Nas páginas que se seguem, são apresentadas as matrizes de juízo de valor, e os gráficos da função de valor para cada ponto de vista fundamental.

	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N7		1	2	2	3	4	4	100.00
N6			2	2	3	3	4	96.67
N5				2	2	3	3	75.00
N4					2	2	3	58.33
N3						2	2	33.33
N2							2	16.67
N1								0

Figura 4.16 - Matriz de Juízo de Valor do PVF “Condições do Terreno”

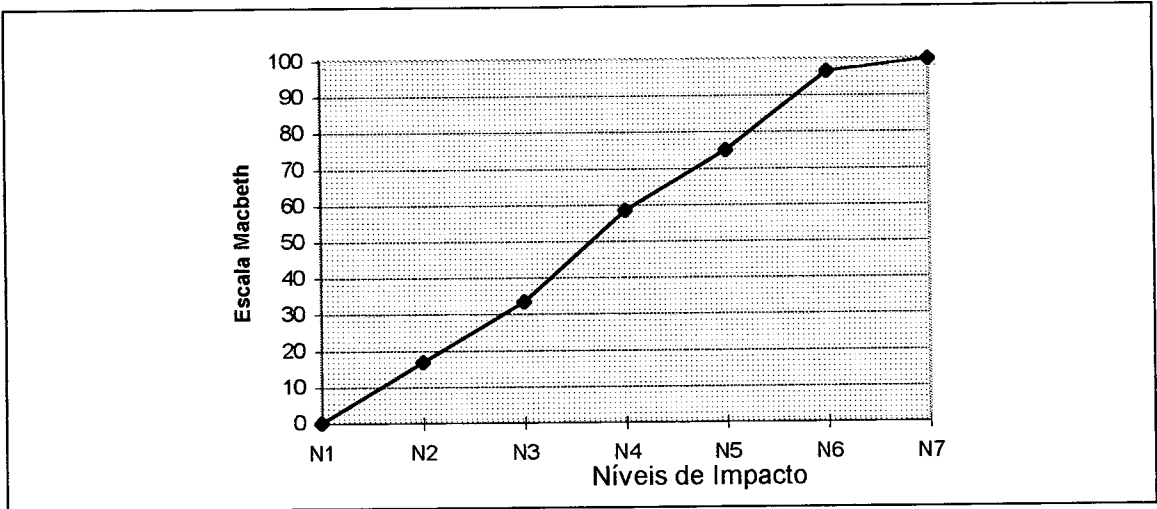


Figura 4.17 - Gráfico Função de Valor do PVF “Condições do Terreno”

	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N5		2	3	4	5	100.00
N4			3	3	4	80.00
N3				3	3	50
N2					2	20
N1						0

Figura 4.18 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Comprimento total”

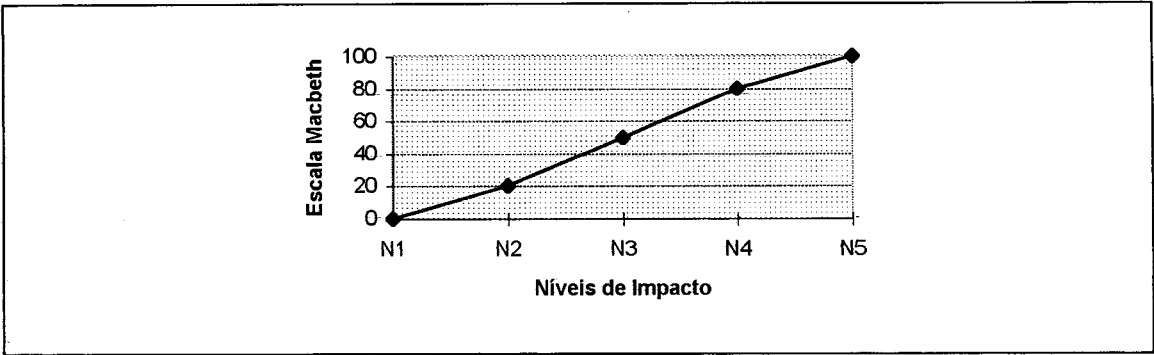


Figura 4.19 - Gráfico Função de Valor do PVF “Comprimento total”

	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N10		1	1	2	3	3	3	3	3	3	100.00
N9			1	2	3	3	3	3	3	3	96.87
N8				2	2	3	3	3	3	3	93.75
N7					2	2	2	3	3	3	84.37
N6						1	2	3	3	3	75.00
N5							1	3	3	3	71.87
N4								3	3	3	65.62
N3									3	3	43.75
N2										3	21.87
N1											0

Figura 4.20 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Cruzamentos”

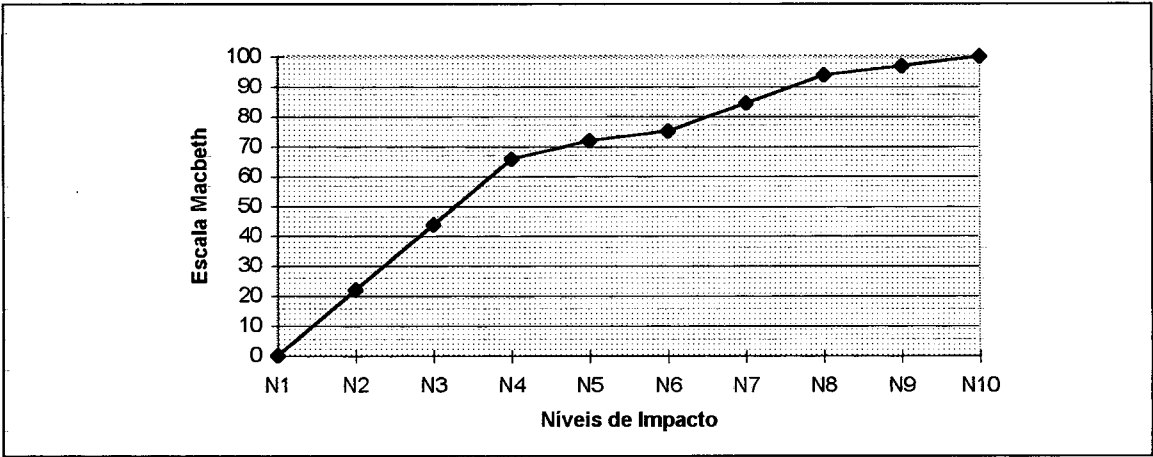


Figura 4.21 - Gráfico Função de Valor do PVF “Cruzamentos”

	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N12		1	1	2	2	3	3	3	3	3	4	5	100.00
N11			1	2	2	2	3	3	3	3	4	5	99.05
N10				2	2	2	3	3	3	3	4	5	98.09
N9					2	2	3	3	3	3	3	5	95.24
N8						2	3	3	3	3	3	5	92.38
N7							3	3	3	3	3	3	89.62
N6								3	3	3	3	3	79.05
N5									3	3	3	3	68.57
N4										3	3	3	58.09
N3											3	3	47.62
N2												3	37.14
N1													0

Figura 4.22 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Acesso”

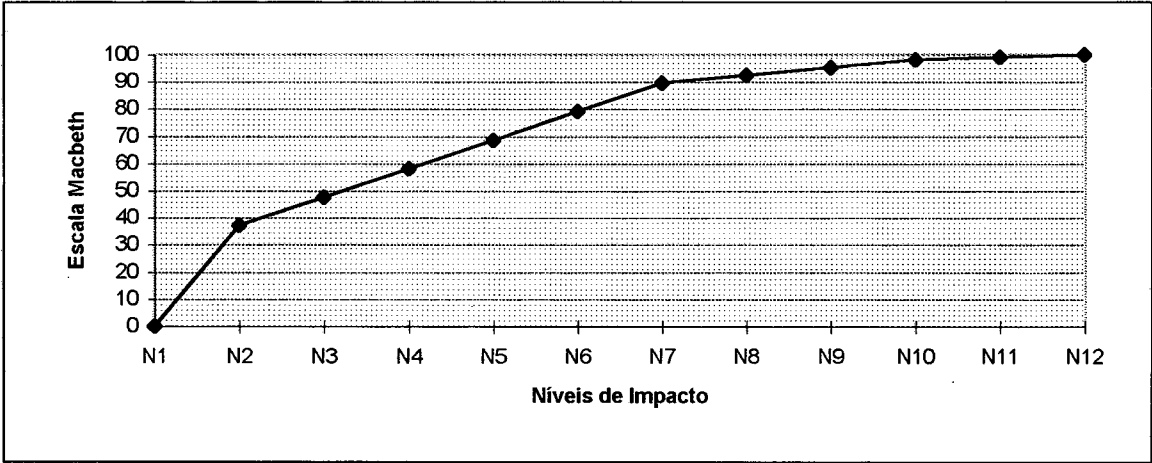


Figura 4.23 - Gráfico Função de Valor do PVF “Acesso”

	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N8		1	2	2	3	3	4	4	100.00
N7			2	2	3	3	4	4	93.75
N6				2	2	3	4	4	87.50
N5					2	3	3	3	68.75
N4						2	3	3	56.25
N3							2	2	31.25
N2								2	12.50
N1									0

Figura 4.24 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Paralelismo”

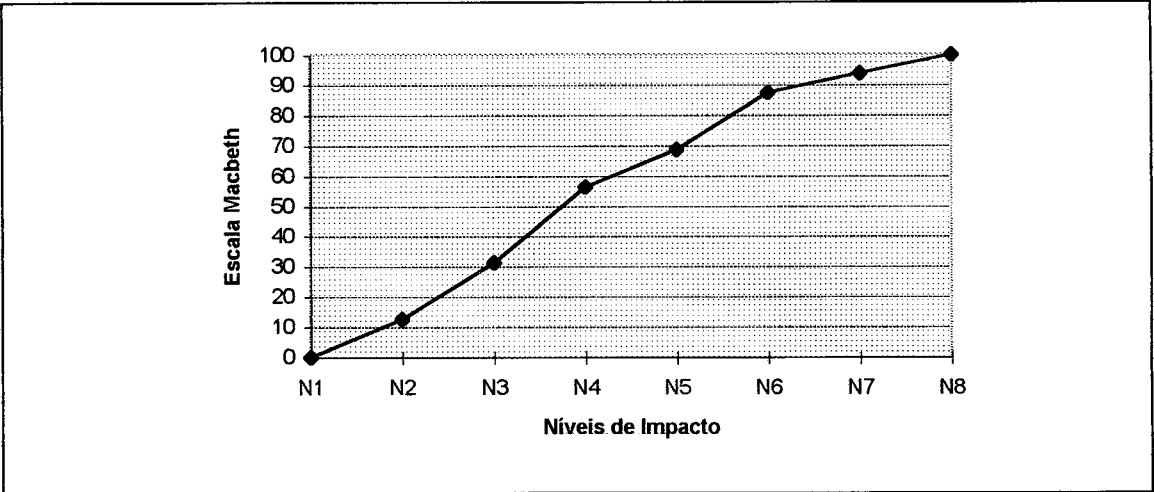


Figura 4.25 - Gráfico Função de Valor do PVF “Paralelismo”

	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N5		2	3	4	5	100.00
N4			2	3	4	75.00
N3				2	3	50.00
N2					2	25.00
N1						0

Figura 4.26 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Reserva Indígena”

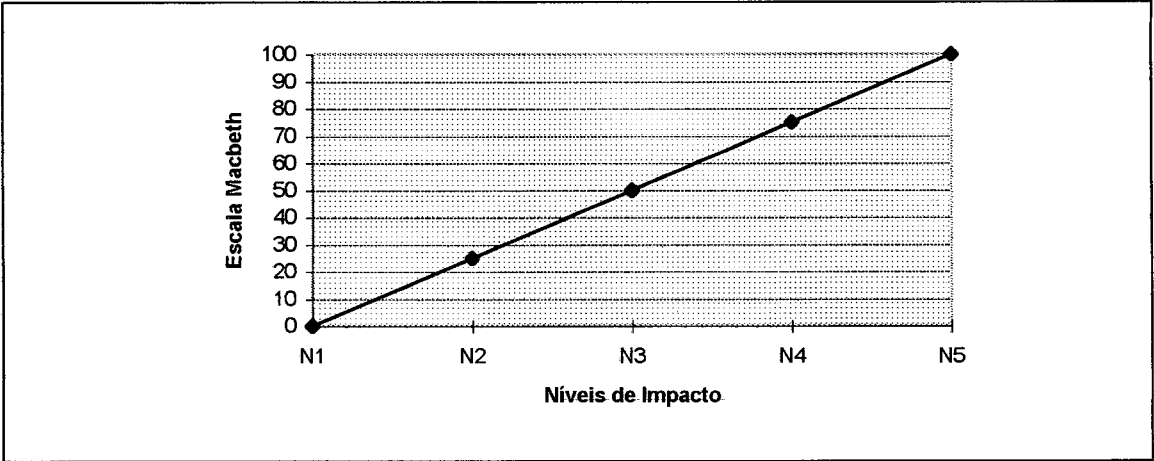


Figura 4.27 - Gráfico Função de Valor do PVF “Reserva Indígena”

	N6	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N6		2	2	3	3	3	100.00
N5			2	2	3	3	80.00
N4				2	2	3	60.00
N3					2	2	40.00
N2						2	20.00
N1							0

Figura 4.28 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Área de Vida Animal”

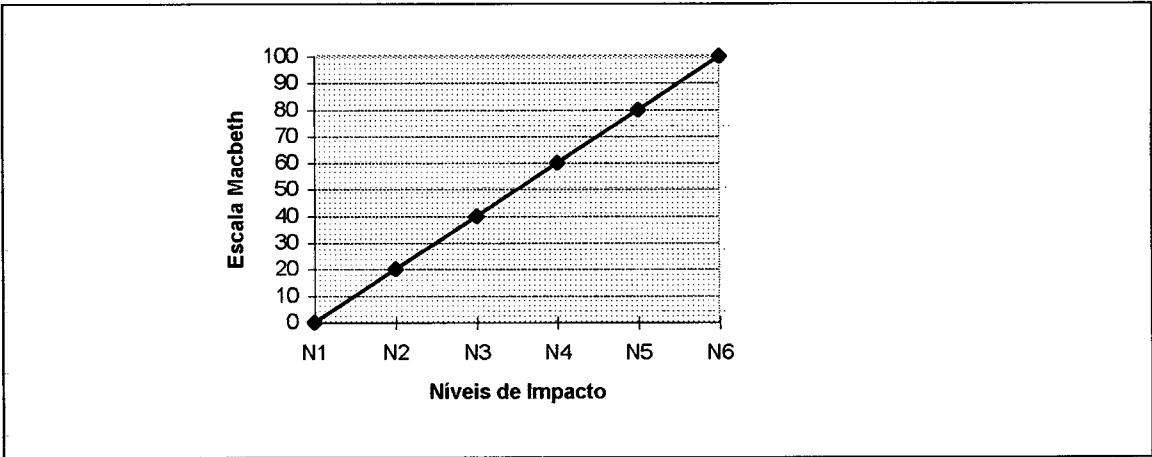


Figura 4.29 - Gráfico Função de Valor do PVF “Área de Vida Animal”

	N14	N13	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N14		1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	6	100.00
N13			2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	97.14
N12				1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	82.86
N11					2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	80.00
N10						2	2	3	3	3	4	4	4	4	65.71
N9							2	2	3	3	3	4	4	4	60.00
N8								2	2	3	3	3	4	4	51.43
N7									2	2	3	3	3	4	45.71
N6										2	2	3	3	3	37.14
N5											2	2	3	3	31.43
N4												2	2	3	22.86
N3													2	3	17.14
N2														2	8.57
N1															0

Figura 4.30 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Área de Preservação”

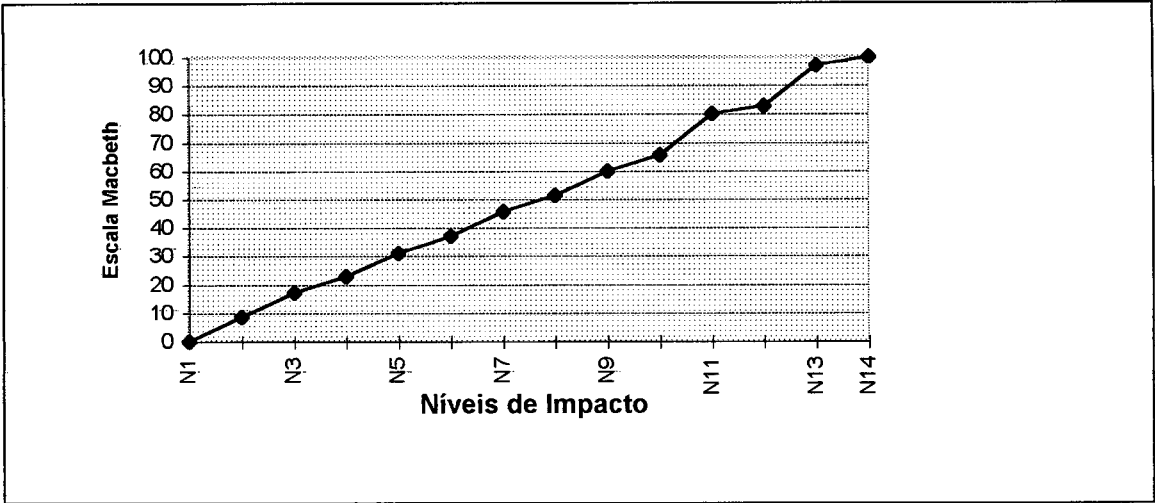


Figura 4.31 - Gráfico Função de Valor do PVF “Área de Preservação”

	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N5		1	2	3	4	100.00
N4			2	3	4	88.89
N3				2	3	66.67
N2					3	44.44
N1						0

Figura 4.32 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Densidade Populacional”

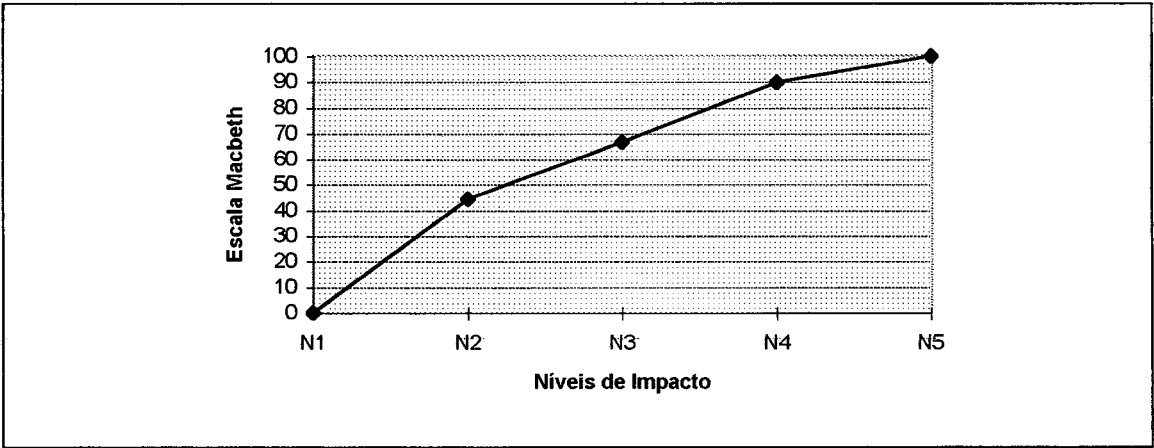


Figura 4.33 - Gráfico Função de Valor do PVF “Densidade Populacional”

	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N9		2	3	3	3	3	4	4	5	100.00
N8			2	3	3	3	3	4	4	86.96
N7				2	3	3	3	3	4	73.91
N6					2	3	3	3	3	60.87
N5						2	3	3	3	52.17
N4							2	3	3	43.48
N3								3	3	34.78
N2									3	17.39
N1										0

Figura 4.34 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Área de Turismo”

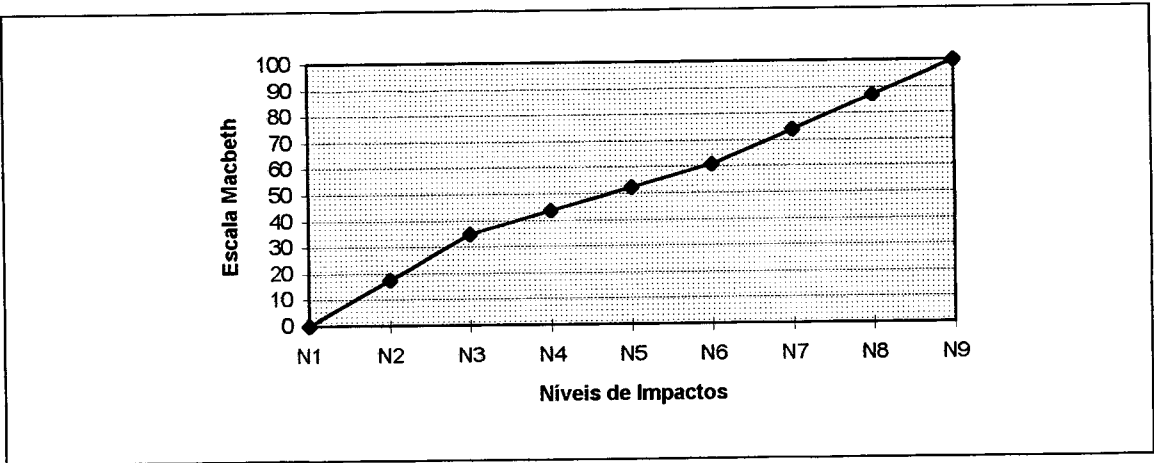


Figura 4.35 - Gráfico Função de Valor do PVF “Área de Turismo”

	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	Es. Macbeth
N10		2	3	3	3	3	4	4	4	5	100.00
N9			2	3	3	3	3	4	4	4	85.18
N8				2	3	3	3	3	4	4	77.78
N7					3	3	3	3	4	4	72.59
N6						3	3	3	4	4	66.67
N5							3	3	3	4	55.56
N4								3	3	3	43.43
N3									3	3	33.33
N2										3	11.11
N1											0

Figura 4.36 - Matriz Juízos de Valor do PVF “Futuros Projetos”

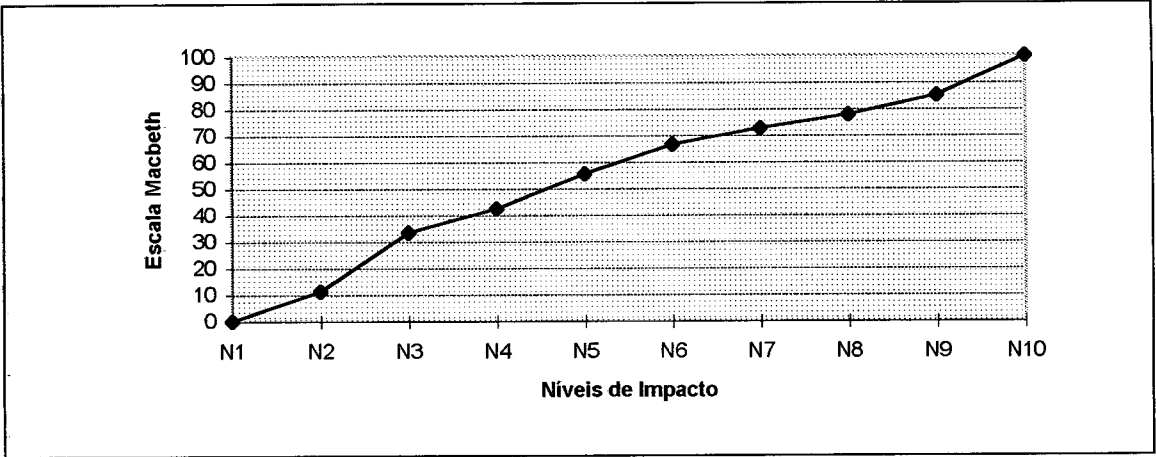


Figura 4.37 - Gráfico Função de Valor do PVF “Futuros Projetos”

4.5 DETERMINAÇÃO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO

Como primeiro passo para obter as taxas de substituição necessárias na avaliação global, foi solicitado ao decisor ordenar os PVFs de acordo com sua preferência, como mostrado na Tabela 4.38. Em um segundo momento, foi montado uma matriz de julgamento de valor (figura 4.39), necessária na obtenção das taxas de substituição inter pontos de vistas.

	PV1	PV2	PV3	PV4	PV5	PV6	PV7	PV8	PV9	PV10	PV11	Σ	ordenação
PV1	–	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	6	5°
PV2	0	–	1	1	1	0	0	0	1	1	0	5	6°
PV3	0	0	–	1	1	0	0	0	1	1	0	4	8°
PV 4	0	0	0	–	0	0	0	0	0	0	0	0	11°
PV5	0	0	0	1	–	0	0	0	1	1	1	4	7°
PV6	1	1	1	1	1	–	1	1	1	1	0	9	1°
PV7	1	1	1	1	1	0	–	1	0	1	1	8	2°
PV8	1	1	1	1	1	0	0	–	1	1	1	8	3°
PV9	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	9°
PV10	0	0	0	1	0	0	0	0	1	–	0	2	10°
PV11	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	–	7	4°

Tabela 4.38 - Ordenação dos Pontos de vista

	PV6	PV7	PV8	PV11	PV1	PV2	PV5	PV3	PV9	PV10	PV4	Ao	Es. Macbeth
PV6		1	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	100.00
PV7			2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	97.50
PV8				2	3	3	4	4	5	5	6	6	95.00
PV11					3	3	3	4	4	5	5	6	91.25
PV1						2	3	3	4	5	5	6	85.00
PV2							3	3	4	4	5	6	82.50
PV5								2	4	4	5	5	76.25
PV3									3	4	5	5	71.25
PV9										3	5	5	57.50
PV10											5	5	48.75
PV4												3	12.50
Ao													0

Figura 4.39 - Matriz Juízos de Valores “Inter PVFs”

PVF ₁	PVF ₂	PVF ₃	PVF ₄	PVF ₅	PVF ₆	PVF ₇	PVF ₈	PVF ₉	PVF ₁₀	PVF ₁₁	Σ
85.0	82.5	71.25	12.5	76.25	100	97.50	95.0	57.50	48.75	91.25	817.50
10.40	10.09	8.72	1.53	9.33	12.23	11.93	11.62	7.03	5.96	11.16	100.00

Tabela 4.40 - Identificação das Taxas de Substituição “Inter-PVFs”

Após ter calculado e normalizadas as taxas de substituição (tabela 4.40) para todos os PVFs, o decisor explicitou os níveis de impacto das ações potenciais, por ele considerados como bom e neutro, (tabela 4.41) possibilitando avaliar localmente as alternativas segundo cada PVF, para então proceder uma avaliação global, pois as taxas de substituição obtidas podem ser agrupadas de modo que as avaliações parciais possam proporcionar uma avaliação global, encerrando, dessa forma, a construção do modelo multicritério de avaliação.

	PVF ₁	PVF ₂	PVF ₃	PVF ₄	PVF ₅	PVF ₆	PVF ₇	PVF ₈	PVF ₉	PVF ₁₀	PVF ₁₁
Bom	N 5	N 4	N 6	N 6	N 5	N 4	N 4	N 9	N 3	N 6	N 6
Neutro	N 3	N 2	N 3	N 3	N 2	N 2	N 2	N 4	N 2	N 3	N 3

Tabela 4.41 - Identificação dos Níveis “Bom e Neutro” das Ações Potenciais

4.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Concluída a fase de avaliação, nas próximas etapas serão feitas análises e interpretação dos resultados obtidos, utilizando o software *Hiview* como suporte. As análises proporcionadas pelo software são inúmeras, tendo sido realizadas de acordo com as necessidades do decisor e por ele consideradas como relevantes, seguindo um modelo construtivista.

4.7 IDENTIFICAÇÃO DAS AÇÕES POTENCIAIS

De acordo com o objetivo do presente trabalho, demonstrar o potencial da Metodologia Multicritério na apreciação dos problemas referentes à seleção de rotas para LTs, foi solicitado ao decisor construir ações fictícias, uma vez que, de acordo com ele, a utilização de ações potenciais é inviável pelas características organizacionais da concessionária, no que diz respeito aos métodos de coleta e de compilação dos dados necessários.

	PVF ₁	PVF ₂	PVF ₃	PVF ₄	PVF ₅	PVF ₆	PVF ₇	PVF ₈	PVF ₉	PVF ₁₀	PVF ₁₁
BOM	N ₅ 75.0	N ₄ 80.0	N ₆ 75.0	N ₆ 79.0	N ₅ 68.5	N ₃ 75.0	N ₄ 60.0	N ₉ 60.0	N ₃ 66.67	N ₆ 60.9	N ₆ 66.7
NEUTRO	N ₃ 33.3	N ₂ 20.0	N ₃ 43.8	N ₃ 47.6	N ₂ 12.5	N ₂ 25.0	N ₂ 20.0	N ₄ 22.9	N ₂ 44.5	N ₃ 34.8	N ₃ 33.3
LT 1	N ₅ 75.0	N ₄ 80.0	N ₅ 72.0	N ₁₂ 100	N ₄ 56.0	N ₅ 100	N ₆ 100	N ₁₄ 100	N ₅ 100	N ₉ 100	N ₁₀ 100
LT 2	N ₇ 75.0	N ₃ 50.0	N ₅ 72.0	N ₁₂ 100	N ₆ 88.0	N ₄ 75.0	N ₅ 80.0	N ₁₂ 67.0	N ₃ 66.7	N ₆ 61.0	N ₇ 78.0
LT 3	N ₄ 58.3	N ₂ 20.0	N ₃ 38.0	N ₉ 95.0	N ₈ 100	N ₅ 100	N ₆ 100	N ₁₄ 100	N ₅ 88.9	N ₉ 100	N ₁₀ 100

Tabela 4.42 - Identificação das Ações Fictícias

Assim, criadas as alternativas LT1, LT2 e LT3, identificadas segundo suas características (nível de impacto) sobre cada ponto de vista fundamental, como mostrado na tabela 4.42.

CUSTO Node							
Add							
BRANCH	Wt	NEUTRO		LT2			CumWt
		BOM		LT1		LT3	
* COND. TERR.	5075	100	-0	100	100	60	10.4
* COMPR. LT	4924	100	0	100	50	0	10.1
TOTAL		100	-0	100	75	30	20.5

Figura 4.39 - Avaliação global Alternativas na área de Interesse “Custos”

Visto que, ao declarar qual o nível *neutro* e *bom* o decisor, criou intervalos com amplitudes diferentes entre esses níveis em vários pontos de vista, foi necessário proceder uma normalização dos intervalos. Assim, ao definir o perfil de impacto máximo e mínimo, esses pontos de vista foram valorados de acordo com os níveis *bom* e *neutro* definidos pelo decisor (ver tabela 4.42).

TÉCNICA Node							
Add							
BRANCH	Wt	NEUTRO		LT2			CumWt
		BOM		LT1		LT3	
* CRUZAMENTOC	872	100	0	90	90	0	8.7
* ACESSO	153	100	0	167	167	151	1.5
* PARALELISMO	933	100	0	77	134	156	9.3
TOTAL		100	0	90	117	86	19.6

Figura 4.40 - Avaliação global Alternativas na área de Interesse “Técnica”

Como segundo passo, o software processou a normalização dos intervalos entre bom e neutro, proporcionando um julgamento de valor uniforme em todos os pontos de vista, recalculando as taxas de substituição necessárias à avaliação global

das alternativas em cada área de interesse, como demonstrado na coluna “WT”, em uma primeira avaliação das alternativas, conforme as tabelas de avaliação global de 4.39 a 4.41.

MEIO AMBIENTE Node							
Add							
BRANCH	Wt	NEUTRO		LT2			CumWt
		BOM		LT1		LT3	
* R.INDÍGENA	1223	100	0	150	100	150	12.2
* VIDA ANIMAL	1193	100	0	200	150	200	11.9
* ÁREA PRESR.	1162	100	0	208	119	208	11.6
TOTAL		100	0	185	123	185	35.8

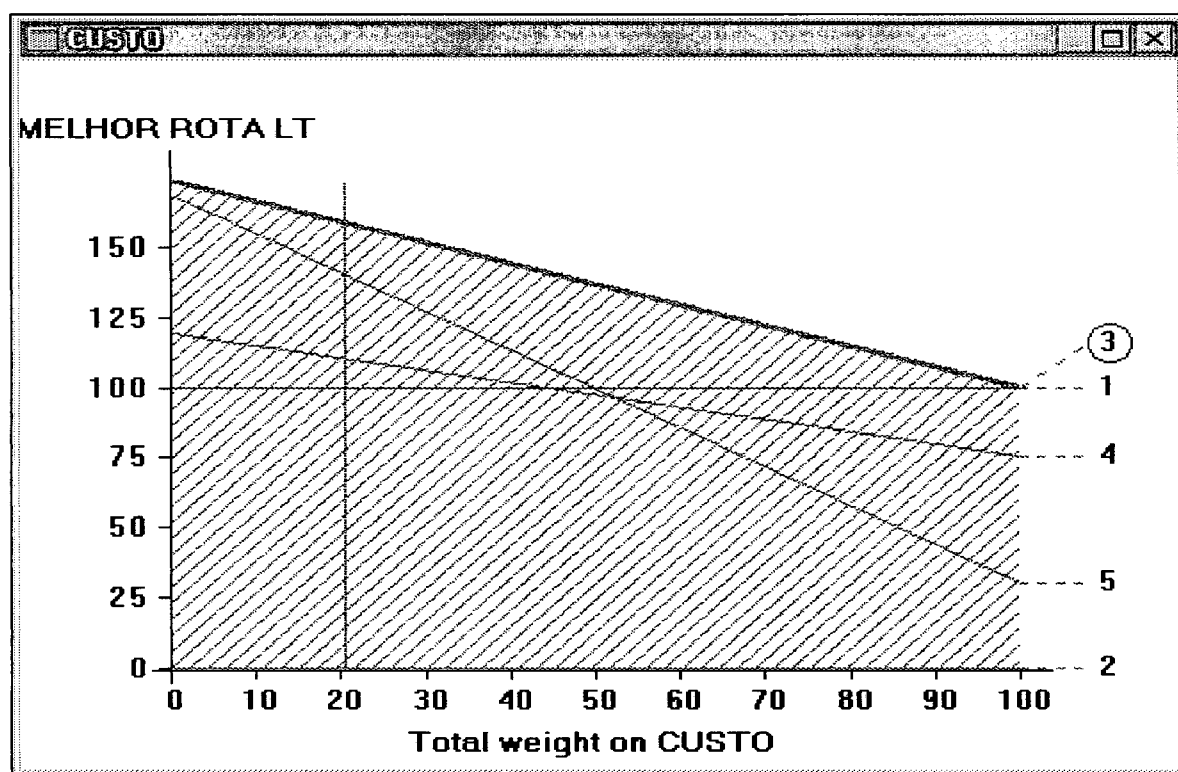
Figura 4.41 - Avaliação global Alternativas na área de Interesse “meio Ambiente”

A utilização das figuras de avaliação global foram bastante úteis, fornecendo a possibilidade de esclarecer o procedimento no cálculo das novas taxas de substituição inter-pontos de vista, após normalizadas e, ainda, facilitando dessa forma a compreensão e a interpretação dos análises, proporcionando um maior aprendizado.

SOCIO-ECONÔMICA Node							
Add							
BRANCH	Wt	NEUTRO		LT2			CumWt
		BOM		LT1		LT3	
* DENS. POP.	703	100	0	249	100	200	7.0
* ÁREA TURISM	596	100	0	250	100	250	6.0
* FUT. PROJETS	1116	100	0	200	134	200	11.2
TOTAL		100	0	227	116	212	24.2

Figura 4.42 - Avaliação global Alternativas na área de Interesse “Sócio-Econômica”

O gráfico apresentado na figura 4.43 mostra que, para qualquer aumentando de valor do coeficiente de ponderação (soma das taxas de substituição dos pontos de vista fundamentais que compõem a área custos) da área de interesse “Custos”, mesmo até um valor imediatamente superior a 50 pontos onde as demais alternativas são equivalentes, a LT1 representada por “③”, será sempre preferível as demais. As demais alternativas LT2 e LT3 representa “⑤” e “④”, invertem suas posições para valores acima de 50 pontos, sendo assim, à alternativa “③”, preferível à alternativa “④”, que é preferível à alternativa “⑤”.



4.43 - Gráfico Análise de Sensibilidade Área de Interesse “Custos”

As figuras 4.44 e 4.45, a seguir, apresentam a análise de sensibilidade para os demais pontos de vista que compõem a área de interesse “custo”.

O gráfico apresentado na figura 4.44 mostra que, embora as alternativas estejam acima do nível considerado bom pelo decisor, mesmo com uma variação expressiva da taxa de substituição do ponto de vista “Terreno” a LT1 representada por “③”, será sempre preferível à LT3 e LT2.

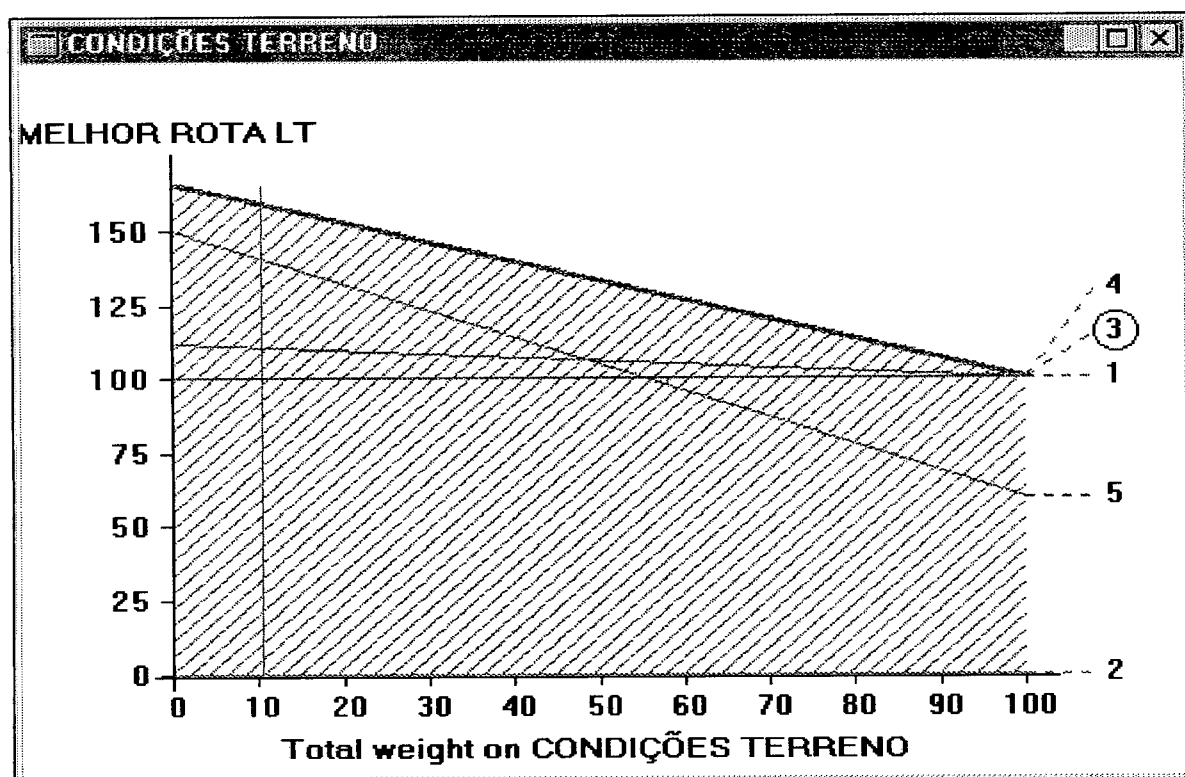


Figura 4.44 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF "Terreno"

O gráfico da análise de sensibilidade para o ponto de vista fundamental “Comprimento da LT” apresentado na figura 4.45 mostra que, uma variação na taxa de substituição acima de 45 pontos a LT2 e LT3 representada por “④”, e “⑤”, teriam invertidas suas posições na relação de preferência.

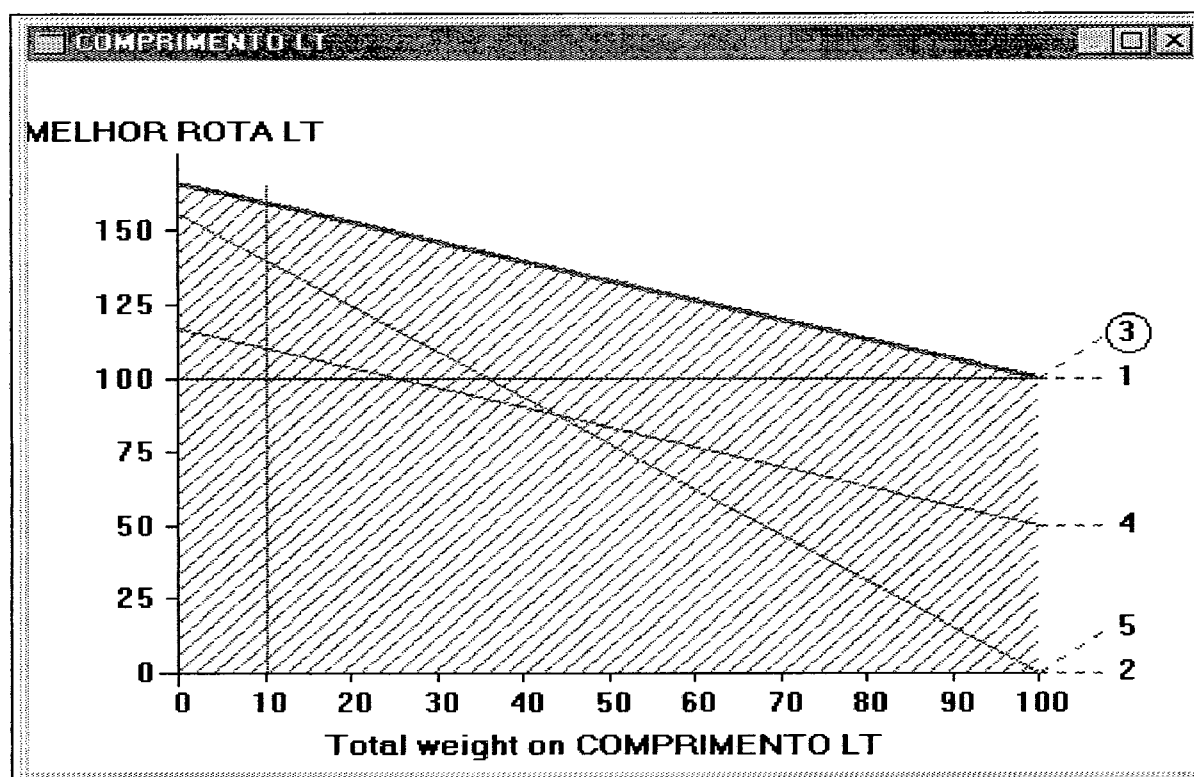


Figura 4.45 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Comprimento da LT”

O gráfico apresentado na figura 4.46 mostra que variando o coeficiente de ponderação da área de interesse “Técnica” acima de 60 pontos, a alternativa LT1 representada por “③”, seria preferível à “⑤” LT3, que assim seria vista como a menos preferível em relação a todas as alternativas.

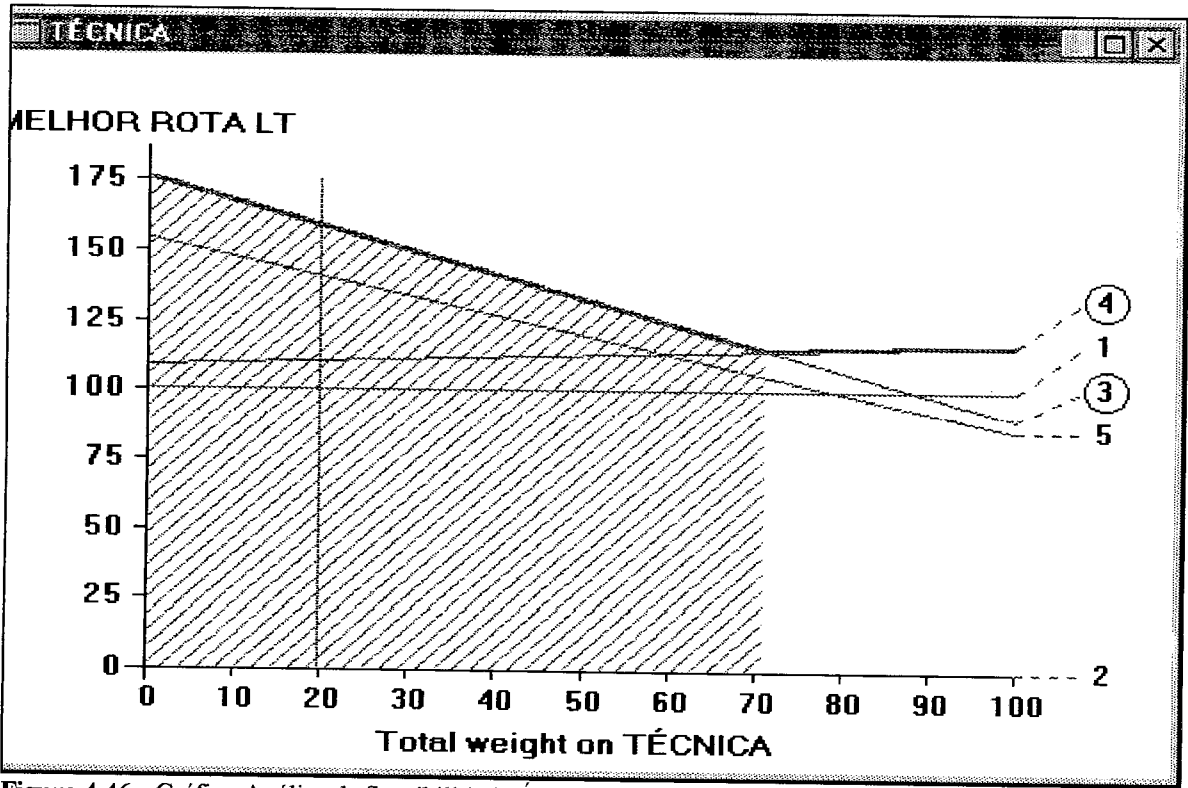


Figura 4.46 - Gráfico Análise de Sensibilidade Área de Interesse “Técnica”

Variando a taxa de substituição do ponto de vista “*Cruzamentos*”, as relações de preferência são mantidas constantes até valores próximos a 30 pontos. LT1, neste ponto de vista, presente é preferível a todos as demais alternativas.

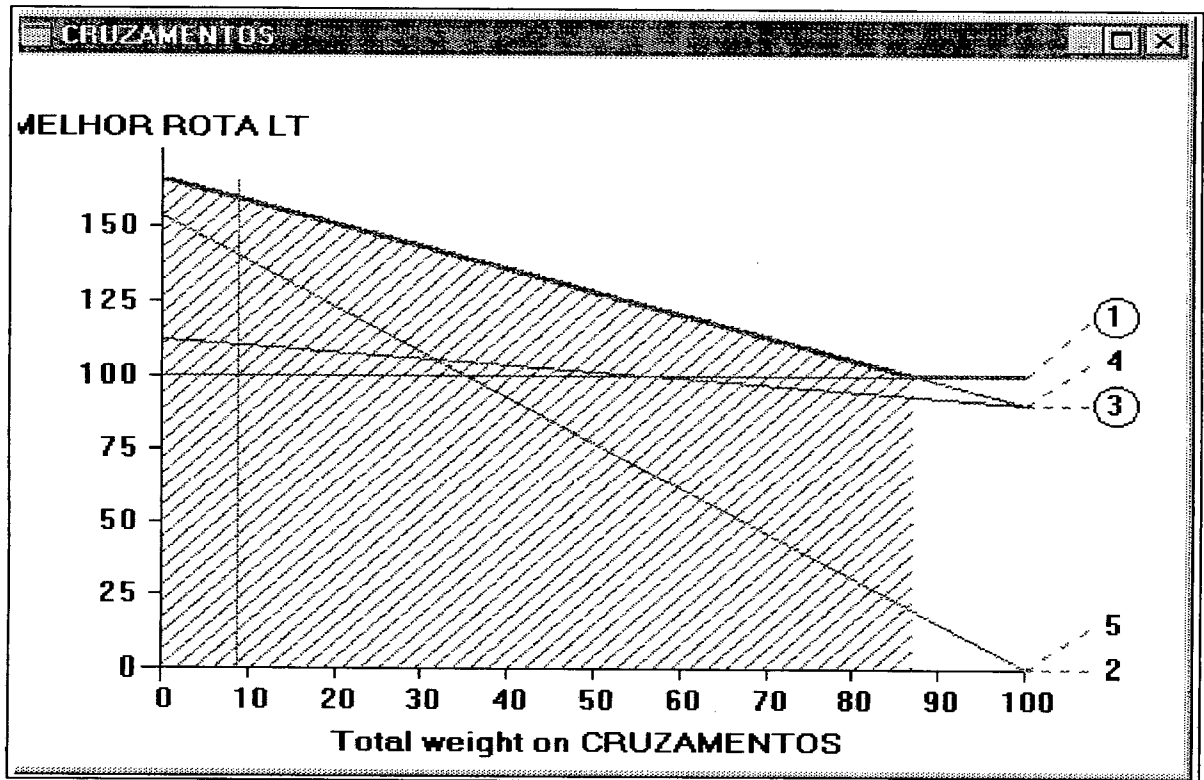


Figura 4.47 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Cruzamentos”

A figura 4.48 apresenta á análise de sensibilidade do ponto de vista fundamental “Acessos” o qual foi atribuído pouco importância pelo decisor visto a pontuação que esse ponto de vista representa em termos de uma avaliação global. O decisor ao ser questionado quanto a validade da pontuação atribuída (*taxa de substituição global*) para este ponto de vista, explicou que a construção de uma LT por si só, pode ser definido como acesso a faixa de serviços. De acordo com à analise, um alteração significativa na relação de preferencia entre alternativas somente seria operacionalizavel com a mudança do sistema de valores do decisor.

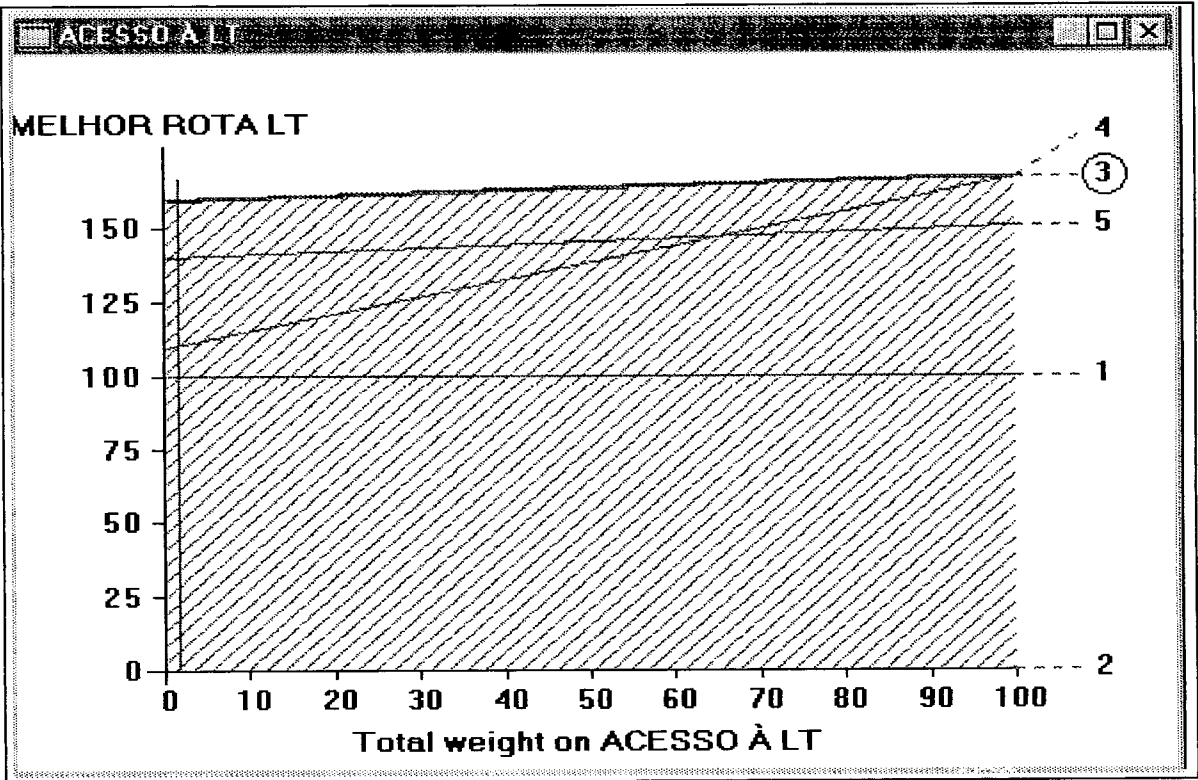


Figura 4.48 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Acessos”

No gráfico da figura 4.49, é observado que, aumentando a pontuação do ponto de vista fundamental “*Paralelismo*” LT1 será sempre preferível.

O gráfico mostra ainda que, as três alternativa foram pontuadas com valores acima de nível “① “ considera como bom pelo decisor, e normalizado pelo software como nível superior usado na avaliação das alternativas.

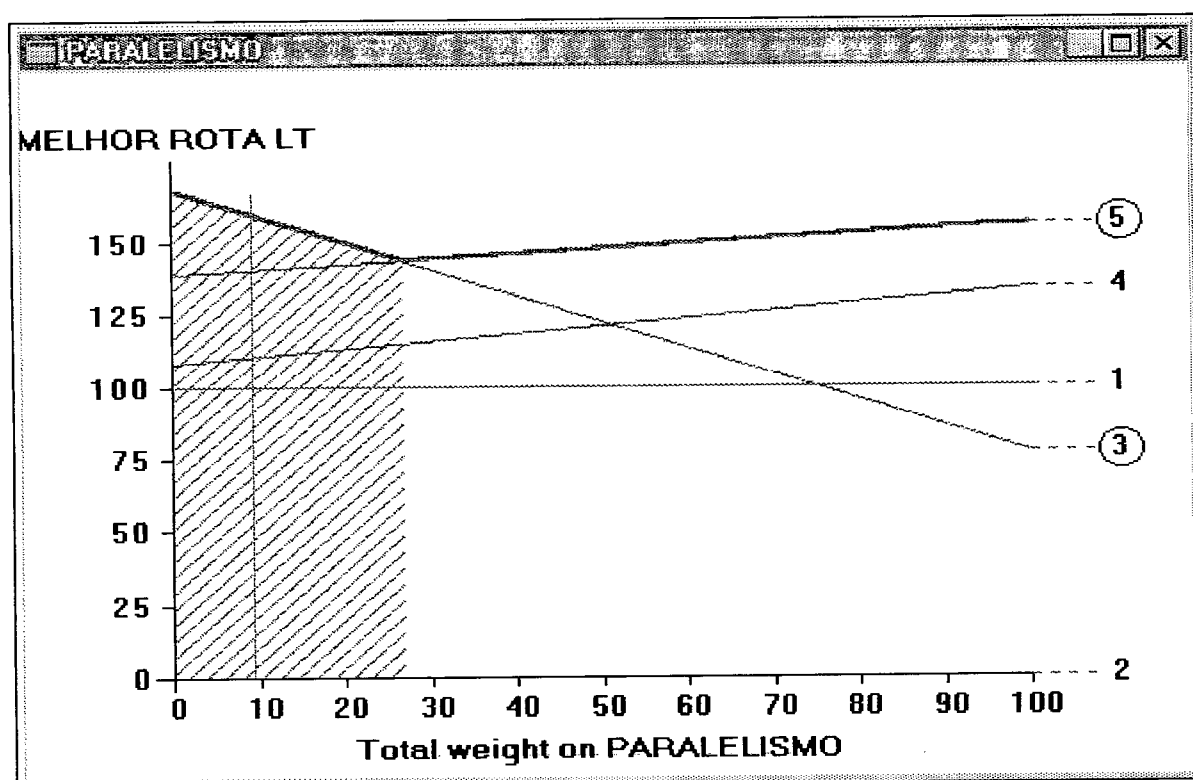


Figura 4.49 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Paralelismo”

No gráfico da figura 4.50, pode ser observado que, para qualquer variação das taxas de substituição dos pontos de vista fundamentais que compõem a área de interesse “*Meio*

Ambiente” a alternativa LT1 “③” será sempre preferível as demais, tendo como segunda alternativa a LT3 “⑤”.

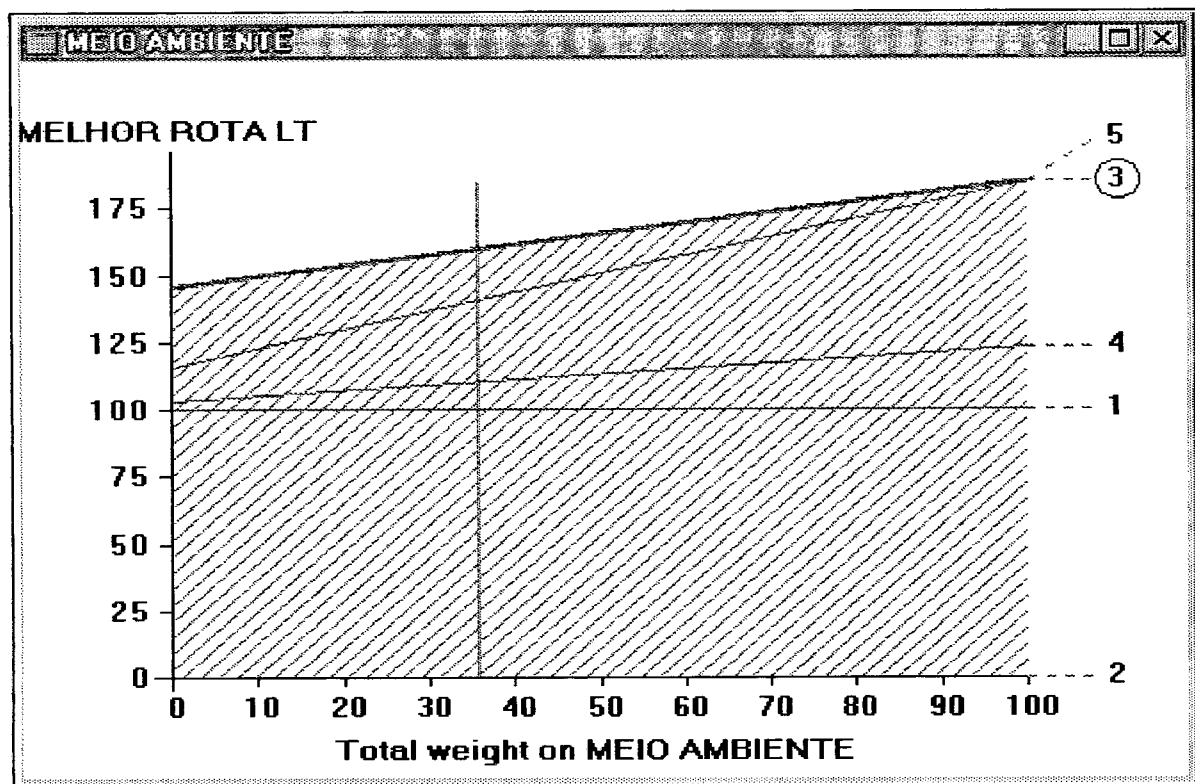


Figura 4.50 - Gráfico Análise de Sensibilidade Área de Interesse “Meio Ambiente”

No gráfico da figura 4.51, pode ser observado que, para qualquer variação das taxas de substituição do pontos de vista fundamental “*Reserva Indígena*” a alternativa LT1 “③” será sempre preferível as demais, estando bem acima do nível “①” considerado como bom pelo decisor.

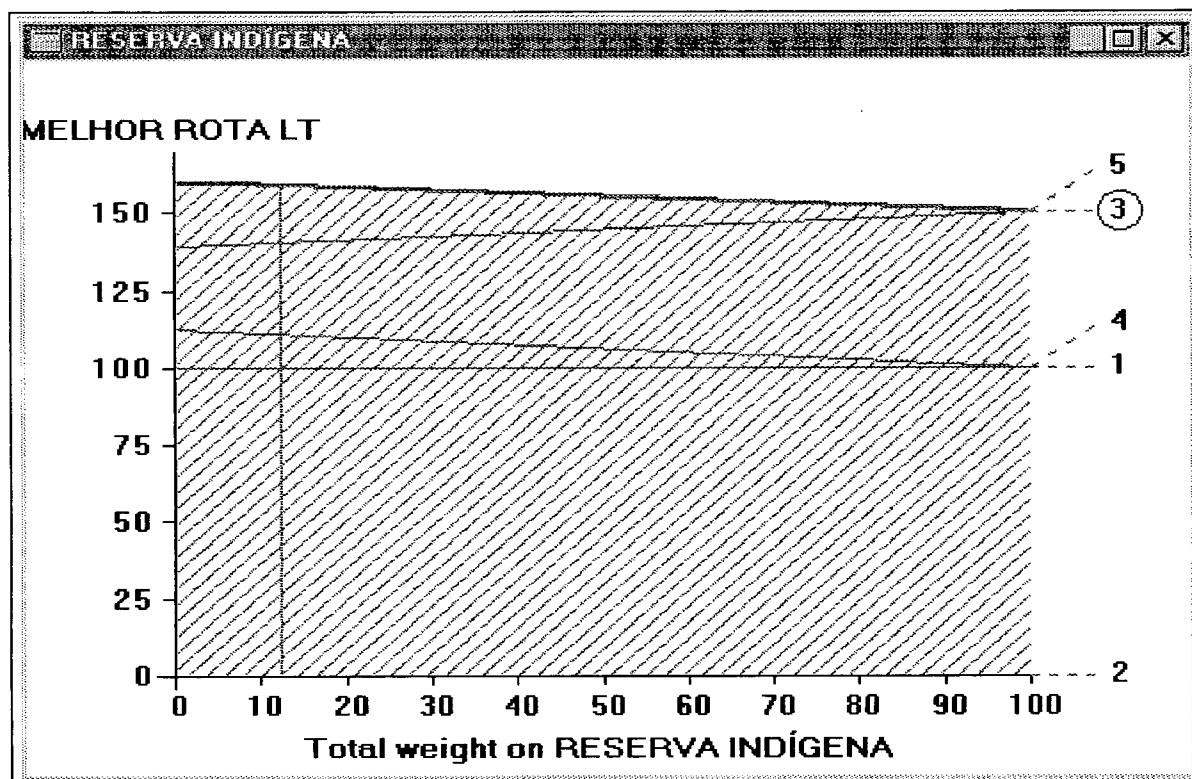


Figura 4.51 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Reserva Indígena”

De modo análogo, à análise anterior, na figura 4.51 a alternativa LT1 também é preferível as demais para qualquer taxa de substituição. Isto se deve ao fato da alternativa LT1 ter recebido a pontuação máxima nos três pontos de vista fundamentais que formam a área de interesse “Área de Vida Animal”.

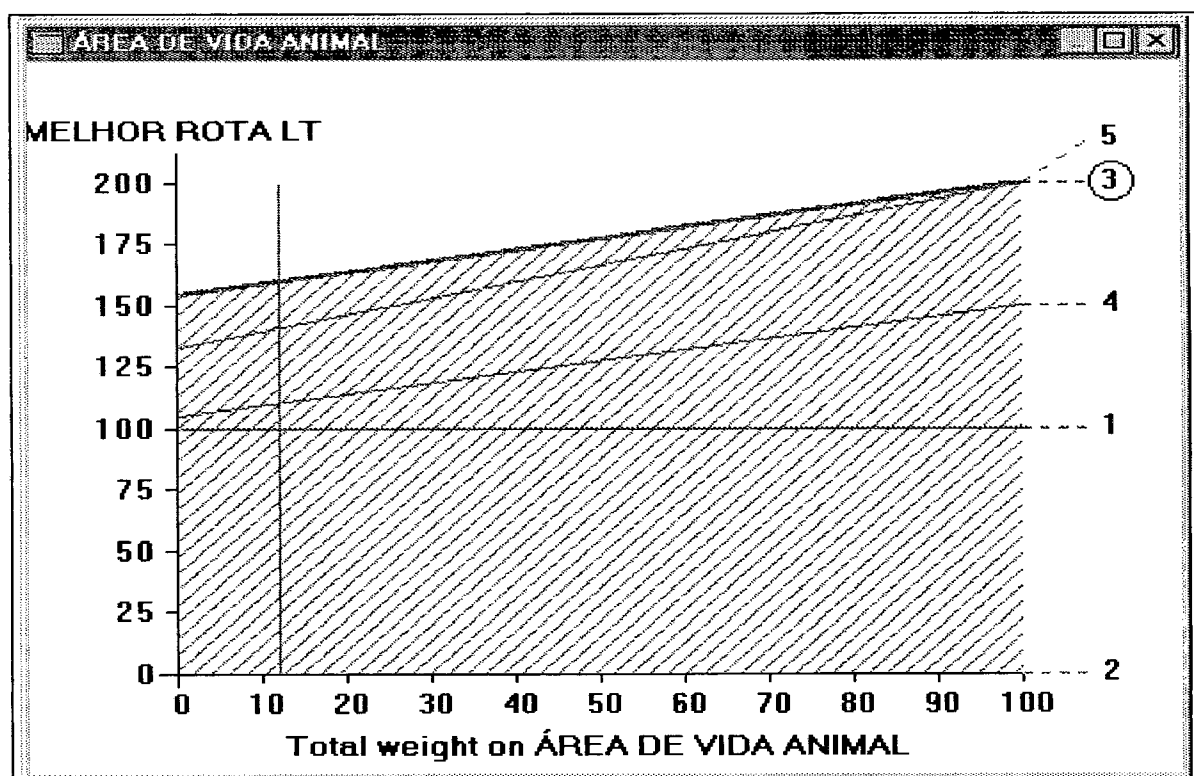


Figura 4.52 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF “Área de Vida Animal”

Como explicado na análise anterior, a figura 4.53 mostra a alternativa LT1 como preferível as demais por ter recebido pontuação máxima. Isto equivalente a ter características iguais as ações descritas no nível de maior índice do descritor deste ponto de um vista fundamenta.

Esta interpretações acima descritas podem ser estendidas aos demais pontos de vista e áreas de interesse que se seguem.

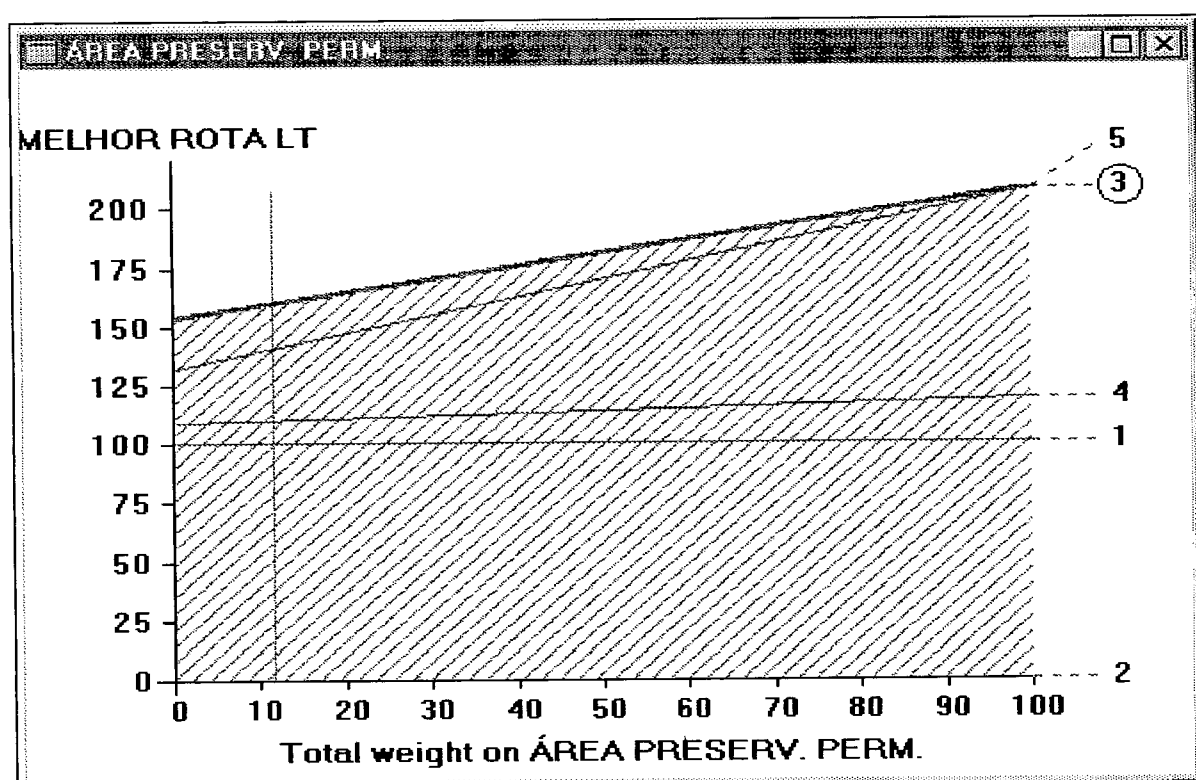


Figura 4.53- Gráfico Análise de Sensibilidade PVF "Área de Preservação Permanente"

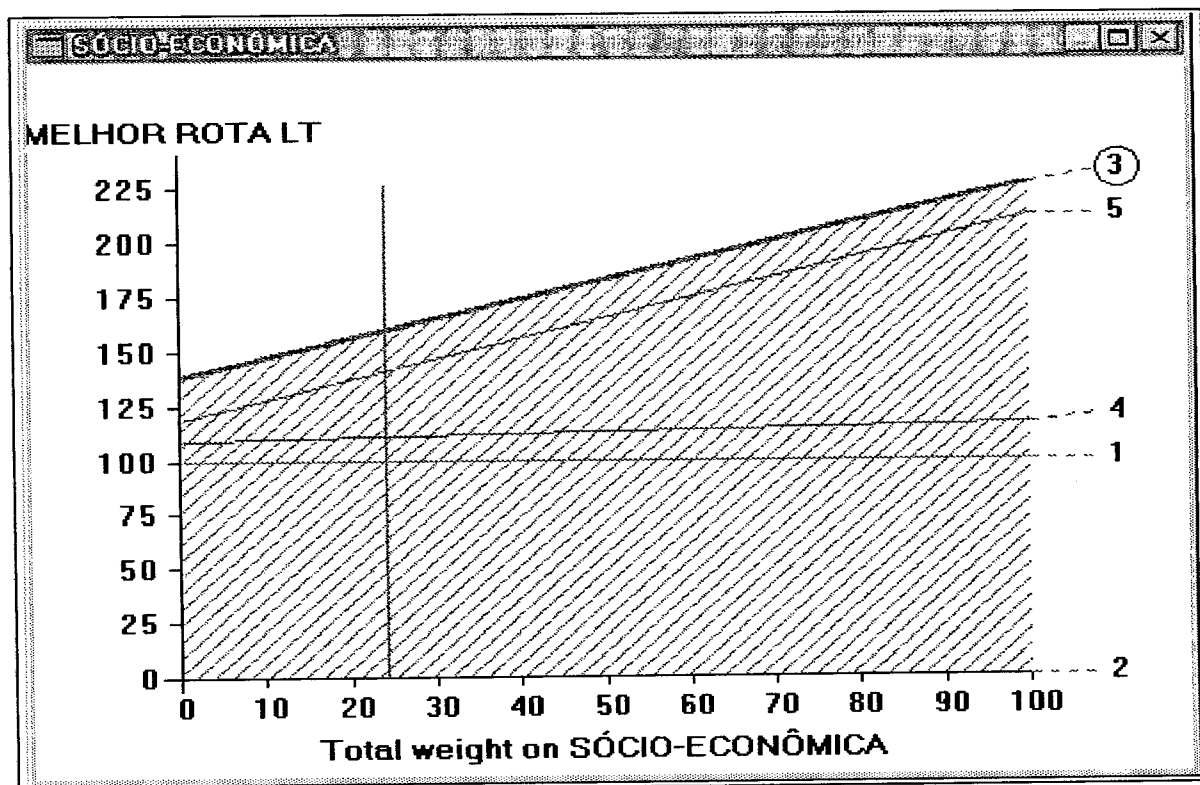


Figura 4.54 - Gráfico Análise de Sensibilidade Área de Interesse "Sócio Econômica"

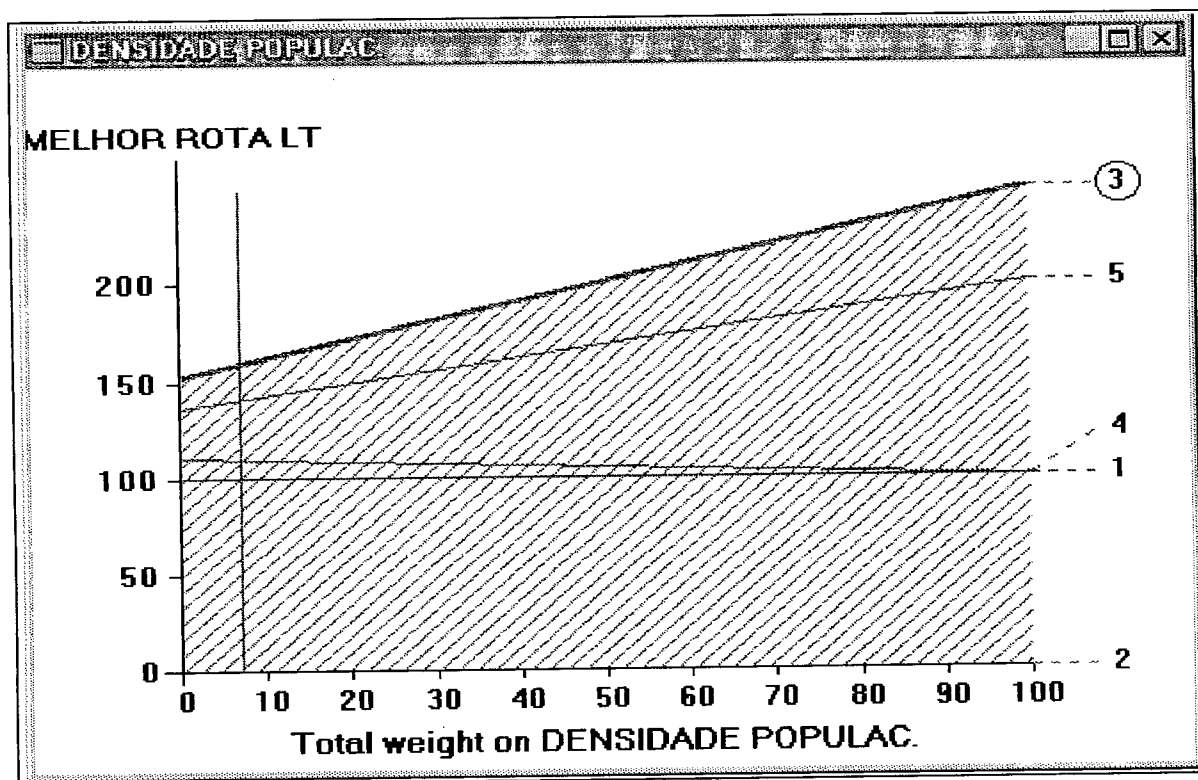


Figura 4.55 - Gráfico Análise de Sensibilidade Área de Interesse "Densidade Populacional"

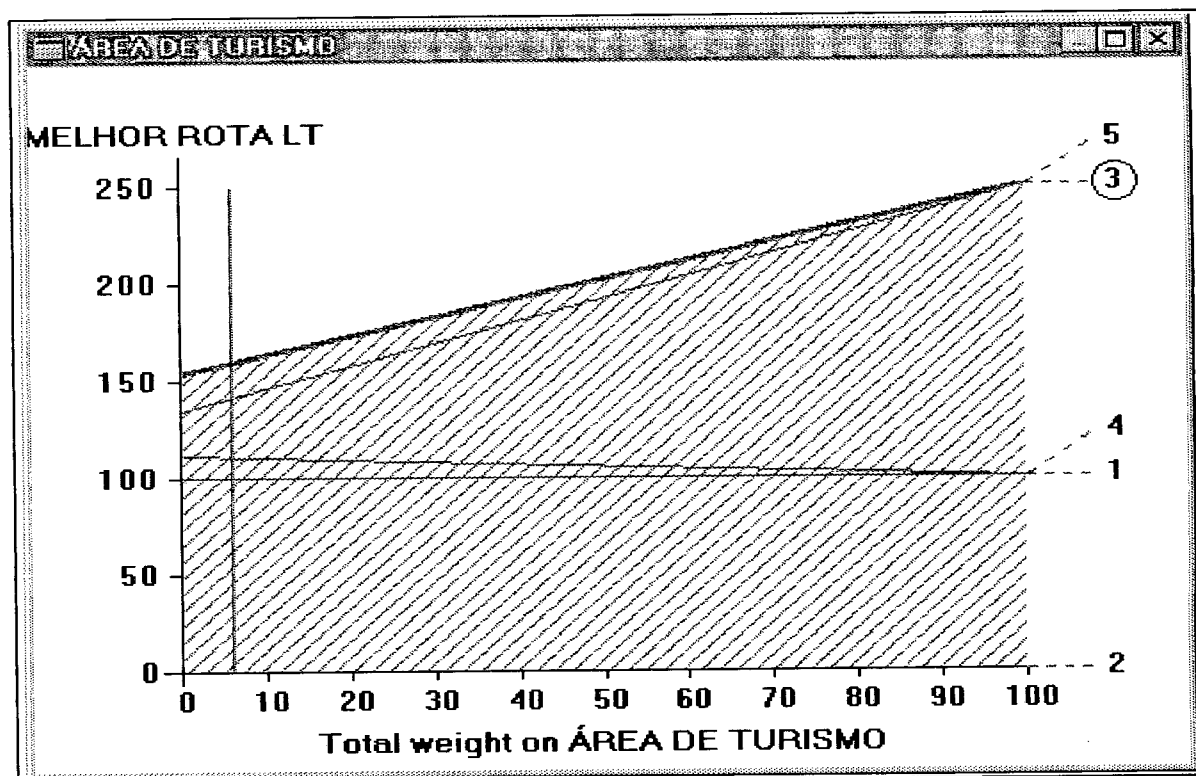


Figura 4.56 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF "Área de Turismo"

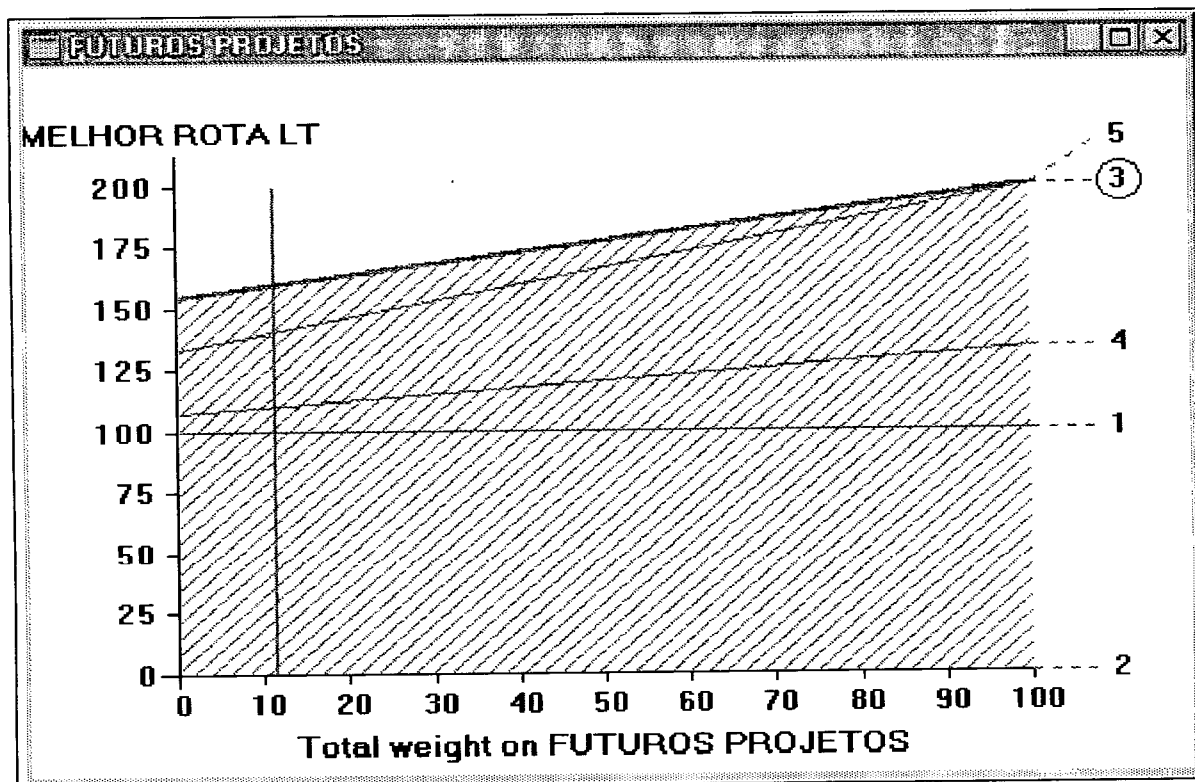


Figura 4.57 - Gráfico Análise de Sensibilidade PVF "Futuros Projetos"

Ainda com o objetivo de demonstrar comparativamente porque uma alternativa é preferível a outra, em quais pontos de vista e condições, foi utilizado mapas de dominância e gráficos de sensibilidade.

Os mapas de dominância mostraram quais as alternativas são dominadas em relação aos pontos de vista em análise (*dentro da área hachurada*) e quais alternativas dominantes (*sobre a fronteira com a área hachurada*). Esta tipo de análise apresentou ser ideal na avaliação relativa entre as alternativas.

A figura 4.58 apresenta um gráfico de dominância onde as área de interesse “Custo” que por se tratar de uma variável de decisão importante, será utilizada na análise de dominância das alternativas em conjunto com as demais áreas de interesse

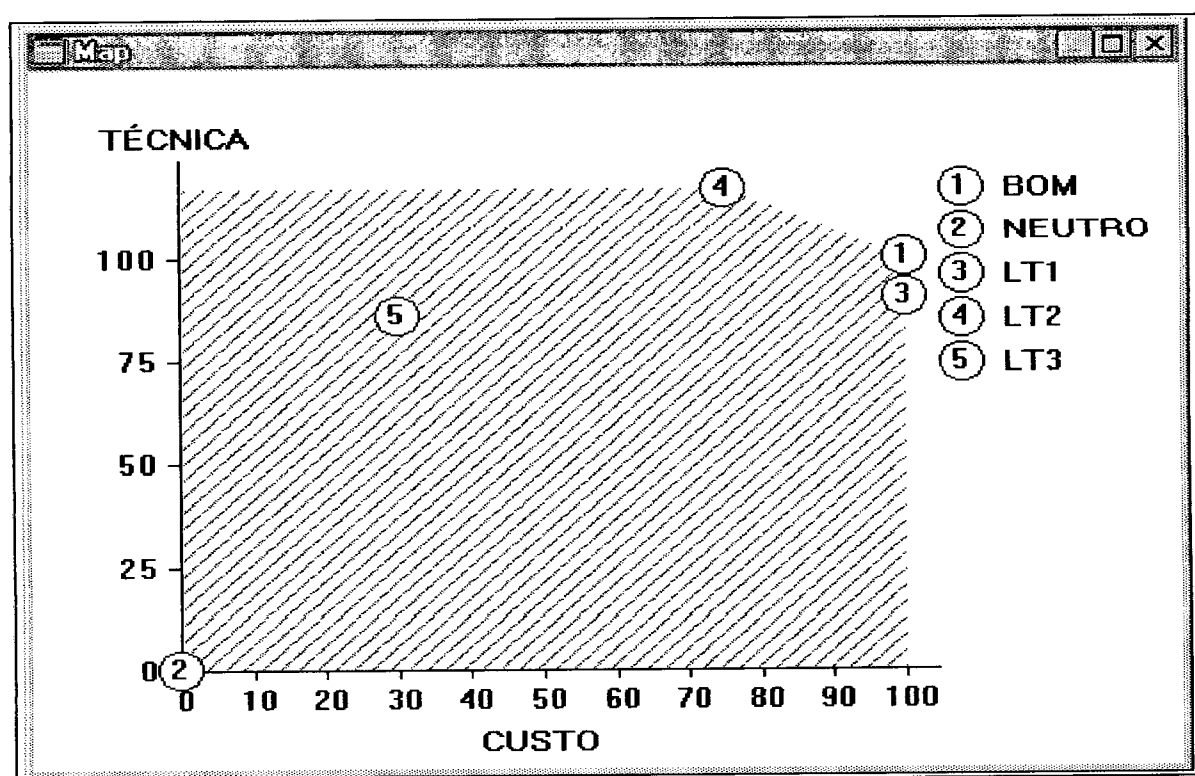


Figura 4.58 - Gráfico Mapa de Dominância Áreas “Custo x Técnica”

Assim alternativa “④” LT3 proporciona um projeto com pontuação acima do nível considerado bom pelo decisor na área de interesse “*Técnica*” e custo mais elevado comparado com à alternativas LT1 que tem características inversas.

A figura 4.59 apresenta um gráfico de dominância onde as alternativas são analisadas comparativamente nas áreas de interesse “*Custo*” e “*Meio Ambiente*”.

Verificando o gráfico fica evidente que as alternativas LT1 e LT3, obtiveram a mesma pontuação para a área de interesse “*Meio Ambiente*”. Porém, em relação à área de interesse “*Custos*”, a alternativa LT1 é preferível por ter obtido a maior pontuação .

Observação:

uma maior pontuação não deverá ser confundida com maior custo no caso desta análise em específico (ver descritores dos pontos de vista fundamentais que compõem a área de interesse “Custos”).

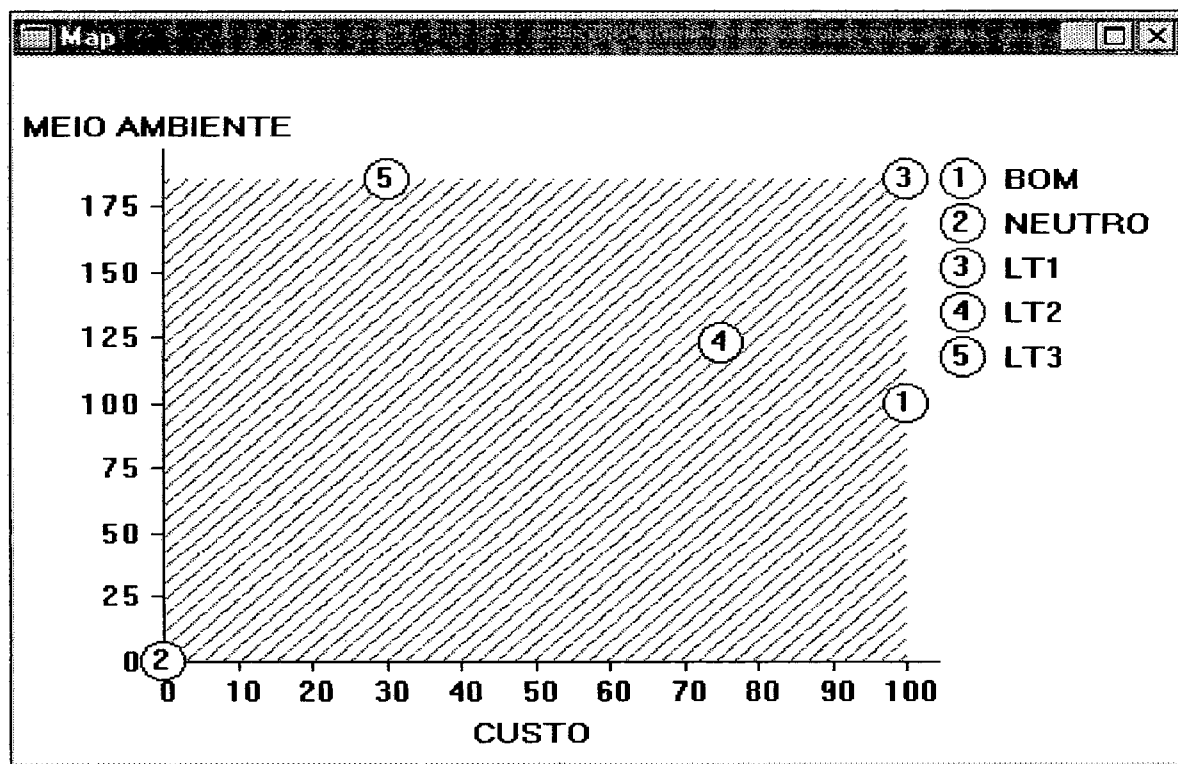


Figura 4.59 - Gráfico Mapa de Dominância Áreas “Custo x Meio Ambiente”

A figura 4.60 apresenta um gráfico de dominância onde as alternativas são analisadas comparativamente nas áreas de interesse “Custo” e “Sócio Econômica”.

O gráfico mostra que as alternativas LT1 obteve a melhor pontuação para a área de interesse “Sócio Econômica”. Em relação à área custos a alternativa LT1 é preferível por ter obtido a maior pontuação.

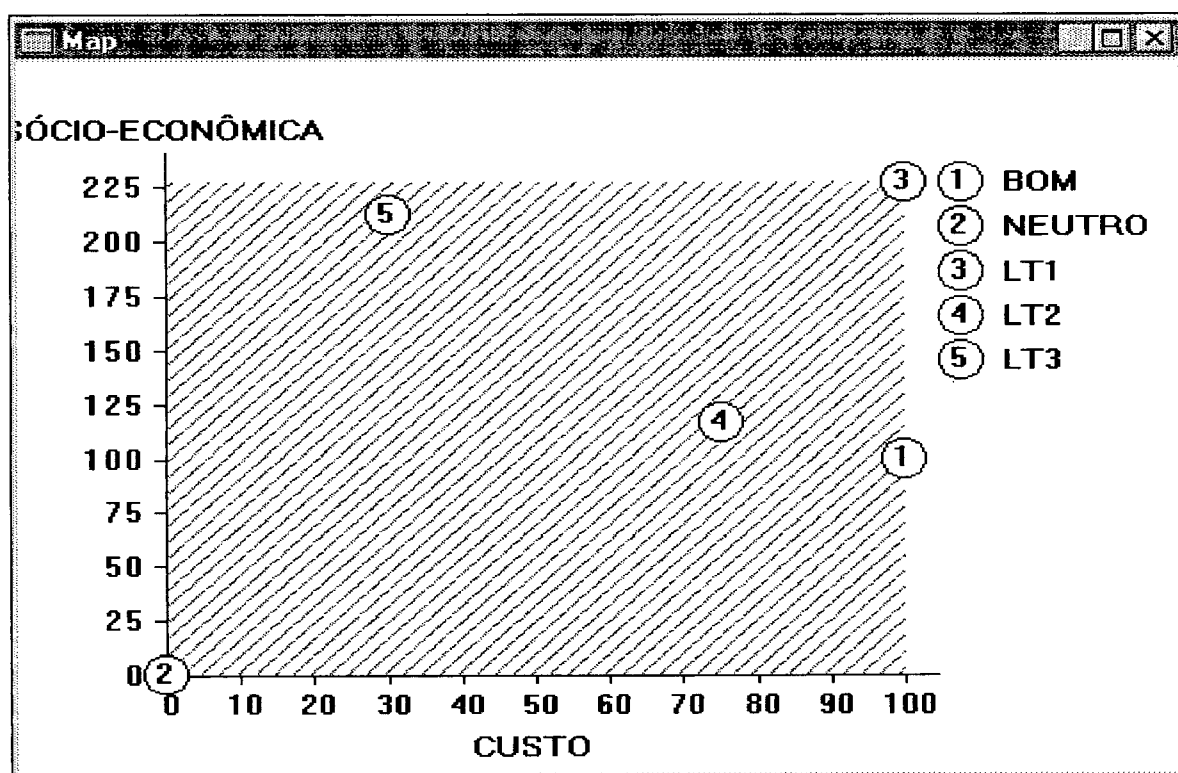


Figura 4.60 - Gráfico Mapa de Dominância Áreas “Custo x Sócio-Econômico”

A figura 4.61, demonstra o perfil de impacto da alternativa *LT1*, em relação ao nível considerado bom pelo decisor, mostrado na tabela 4.42.

Na coluna “*CUMWT*”, são apresentados as taxas de substituição para cada ponto de vista fundamental, já normalizadas, conforme anteriormente explicado. A coluna “*DIF*”, apresenta a diferença percentual entre os valores expressos nas colunas “*CUMWT*” e “*WTD*”, representando a pontuação obtidas pela alternativa *LT1* em cada ponto de vista fundamental.

Desta forma, a alternativa *LT1* no ponto de vista fundamental “*Reserva Indígena*” da área de interesse “*Meio Ambiente*”, com taxa de substituição global de 12.2%, ao receber pontuação igual a 50%, expressa na coluna “*DIF*”, que representa a diferença de pontuação na escala global, tem desta forma, uma de pontuação global de 6.11 pontos neste PVF.

LT1 vs BOM						
<input type="radio"/> MDL ORDER		<input type="radio"/> CUMWT	<input type="radio"/> DIF	<input checked="" type="radio"/> WTD	SUM	
M. AMBIENTE	ÁREA PRESR.	11.6	108	12.51	12.51	=====
M. AMBIENTE	VIDA ANIMAL	11.9	100	11.93	24.44	=====
SOC. - ECON.	FUT. PROJETS	11.2	100	11.13	35.57	=====
SOC. - ECON.	DENS. POP.	7.0	149	10.50	46.07	=====
SOC. - ECON.	ÁREA TURISM	6.0	150	8.93	55.00	=====
M. AMBIENTE	R.INDÍGENA	12.2	50	6.11	61.11	=====
TÉCNICA	ACESSO	1.5	67	1.02	62.14	=====
CUSTO	COMPR. LT	10.1	0	0.00	62.14	=====
CUSTO	COND. TERR.	10.4	0	0.00	62.14	=====
TÉCNICA	CRUZAMENTO	8.7	- 10	- 0.84	61.30	=====
TÉCNICA	PARALELISMO	9.3	- 22	- 2.08	59.22	=====
		100.0		59.22		

Figura 4.61 - Diferença de Pontuação entre LT1 e Nível Bom em Todos PVFs

De modo análogo à figura anterior, é correto afirmar que a figura 4.62 que apresenta o perfil de impacto da alternativa LT1 em relação ao nível “neutro”.

Os valores expressos pelas colunas “CUMWT,DIFF e WTD” têm o mesmo significado anteriormente comentado.

A coluna “SUM” apresenta a soma acumulada dos valores “WTD” obtidos em todos os pontos de vista fundamentais.

A barras a direita são representações gráficas do comportamento individual da alternativa em análise para cada ponto de vista, em relação ao nível neutro.

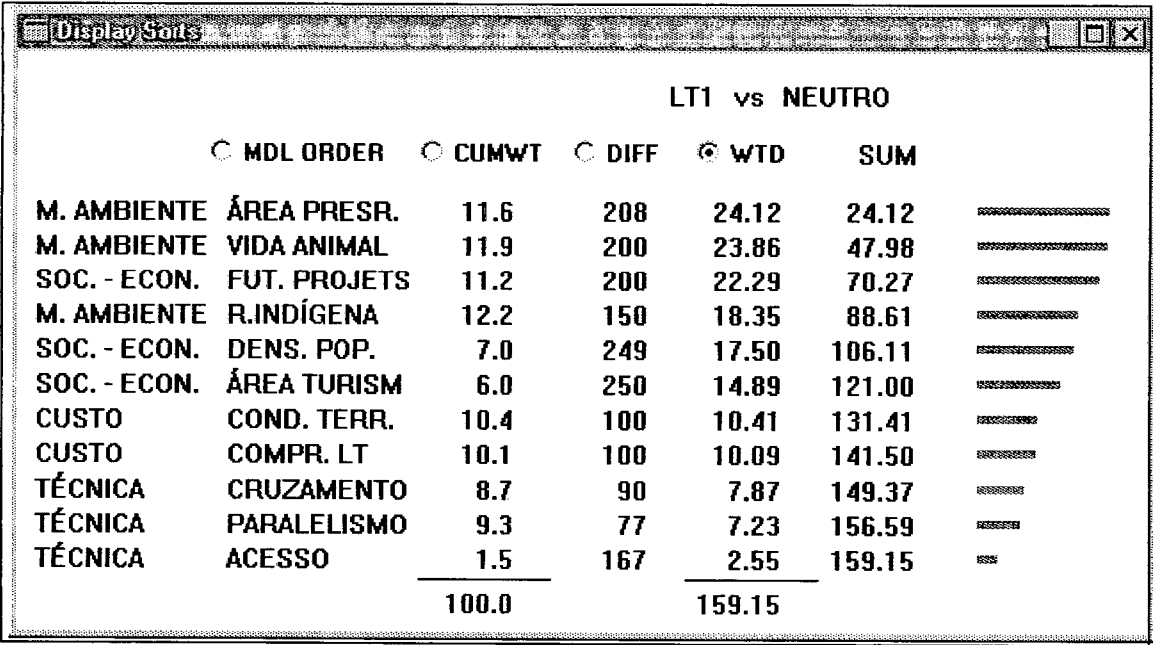


Figura 4.62 - Diferença de Pontuação entre LT1 e Nível Neutro em Todos PVFs

A figura 4.63, demonstra o perfil de impacto da alternativa *LT2*, em relação ao nível considerado bom pelo decisor.

A representação gráfica da alternativa em análise (*barras a direita*) em relação ao nível bom, apresentam a *LT2*, abaixo do nível bom em nos pontos de vista (*Cruzamentos e Comprimento da LT*) de áreas de interesse diferentes. A alternativa *LT2*, esta no nível bom nos pontos de vista (*Reserva Indígena, Densidade populacional, Área de Turismo e Condições do terreno*) em três áreas de interesse diferentes e acima do nível bom nos demais pontos de vista fundamentais.

O total da coluna “*WTD*” expressa a pontuação obtida pela alternativa *LT2* em relação ao nível considerado bom pelo decisor.

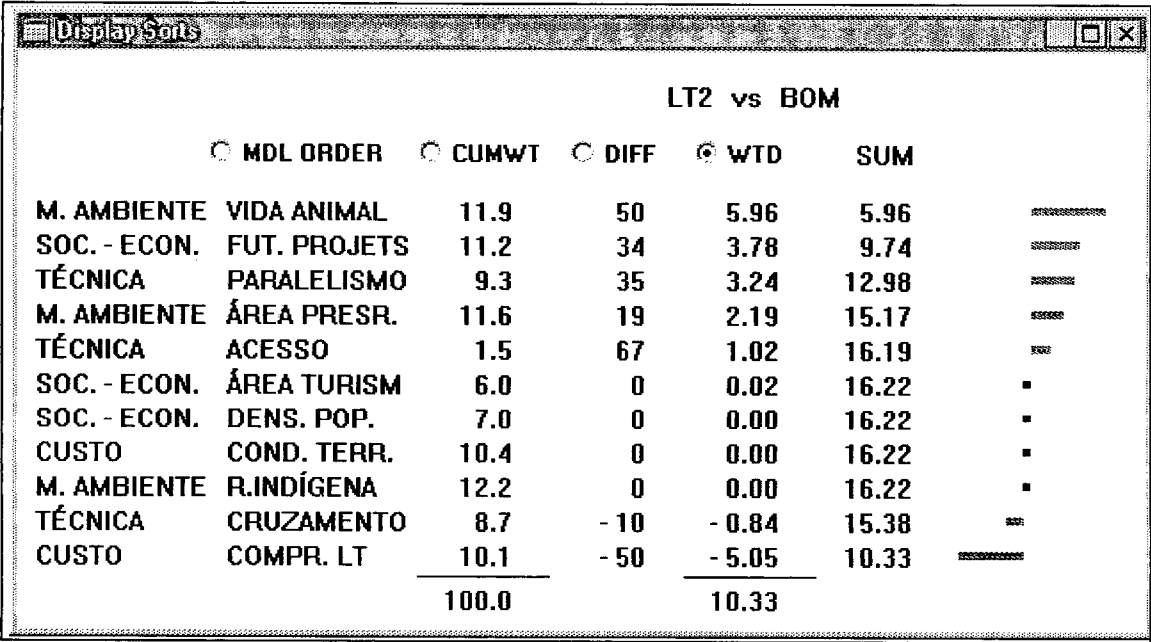
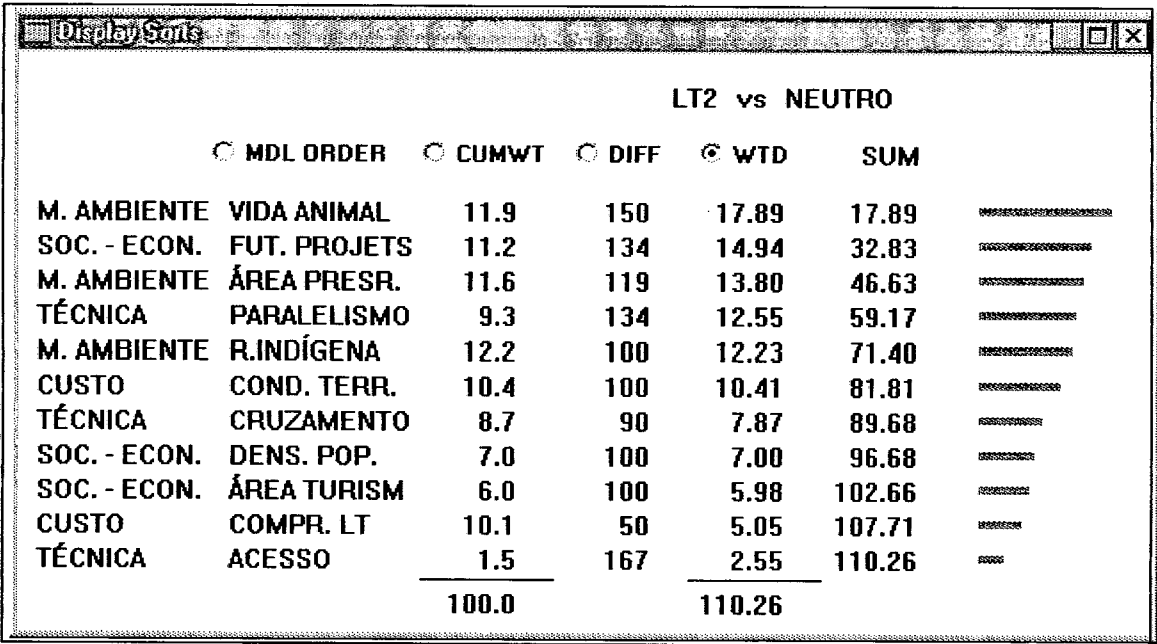


Figura 4.63 - Diferença de Pontuação entre LT2 e Nível Bom em Todos PVFs

A figura 4.64, demonstra o perfil de impacto da alternativa *LT2*, em relação ao nível considerado como neutro pelo decisor.

A representação gráfica da alternativa em análise, em relação ao nível neutro, demonstra que a *LT2*, recebeu pontuação acima do neutro em todos pontos de vista fundamentais.



LT2 vs NEUTRO					
	MDL ORDER	CUMWT	DIFF	WTD	SUM
M. AMBIENTE	VIDA ANIMAL	11.9	150	17.89	17.89
SOC. - ECON.	FUT. PROJETS	11.2	134	14.94	32.83
M. AMBIENTE	ÁREA PRESR.	11.6	119	13.80	46.63
TÉCNICA	PARALELISMO	9.3	134	12.55	59.17
M. AMBIENTE	R.INDÍGENA	12.2	100	12.23	71.40
CUSTO	COND. TERR.	10.4	100	10.41	81.81
TÉCNICA	CRUZAMENTO	8.7	90	7.87	89.68
SOC. - ECON.	DENS. POP.	7.0	100	7.00	96.68
SOC. - ECON.	ÁREA TURISM	6.0	100	5.98	102.66
CUSTO	COMPR. LT	10.1	50	5.05	107.71
TÉCNICA	ACESSO	1.5	167	2.55	110.26
		100.0		110.26	

.Figura 4.64 - Diferença de Pontuação entre *LT2* e Nível Neutro em Todos PVFs

Na figura 4.65 é feita a representação gráfica da análise da alternativa “*LT3*” em relação ao nível bom, demonstra que esta alternativa, se encontra abaixo do nível bom em três pontos de vista (*Condições do terreno, Cruzamentos e Comprimento da LT*) de áreas de interesse distintas, e acima desse nível nos demais pontos de vista fundamentais.

LT3 vs BOM						
<input type="radio"/> MDL ORDER	<input type="radio"/> CUMWT	<input type="radio"/> DIFF	<input checked="" type="radio"/> WTD	SUM		
M. AMBIENTE	ÁREA PRESR.	11.6	108	12.51	12.51	=====
M. AMBIENTE	VIDA ANIMAL	11.9	100	11.93	24.44	=====
SOC. - ECON.	FUT. PROJETS	11.2	100	11.13	35.57	=====
SOC. - ECON.	ÁREA TURISM	6.0	150	8.93	44.50	=====
SOC. - ECON.	DENS. POP.	7.0	100	7.00	51.50	=====
M. AMBIENTE	R.INDÍGENA	12.2	50	6.11	57.61	=====
TÉCNICA	PARALELISMO	9.3	56	5.23	62.85	=====
TÉCNICA	ACESSO	1.5	51	0.78	63.63	=====
CUSTO	COND. TERR.	10.4	- 40	- 4.17	59.46	=====
TÉCNICA	CRUZAMENTO	8.7	- 100	- 8.71	50.75	=====
CUSTO	COMPR. LT	10.1	- 100	- 10.09	40.66	=====
		100.0		40.66		

Figura 4.65 - Diferença de Pontuação entre LT3 e Nível Bom Todos PVFs

A figura 4.65, apresentada uma análise demonstrando que a alternativa LT3, tem no nível neutro em dois pontos de vista fundamentais (*Comprimento total da LT e Cruzamentos*) e os demais acima .

Embora a análise não tenha identificado a existência de ponto de vista no nível neutro, a alternativa LT3 recebeu dentre as demais, uma pontuação intermediária, 140.59, sendo neste aspecto (*nível neutro*) preferível à alternativa LT2, que apesar de ter todos pontos de vista fundamentais acima do nível neutro, recebeu pontuação inferior, 110.26.

LT3 vs NEUTRO						
	<input type="radio"/> MDL ORDER	<input type="radio"/> CUMWT	<input type="radio"/> DIFF	<input checked="" type="radio"/> WTD	SUM	
M. AMBIENTE	ÁREA PRESR.	11.6	208	24.12	24.12	=====
M. AMBIENTE	VIDA ANIMAL	11.9	200	23.86	47.98	=====
SOC. - ECON.	FUT. PROJETS	11.2	200	22.29	70.27	=====
M. AMBIENTE	R.INDÍGENA	12.2	150	18.35	88.61	=====
SOC. - ECON.	ÁREA TURISM	6.0	250	14.89	103.50	=====
TÉCNICA	PARALELISMO	9.3	156	14.54	118.04	=====
SOC. - ECON.	DENS. POP.	7.0	199	14.00	132.04	=====
CUSTO	COND. TERR.	10.4	60	6.24	138.28	=====
TÉCNICA	ACESSO	1.5	151	2.31	140.59	=====
CUSTO	COMPR. LT	10.1	0	0.00	140.59	■
TÉCNICA	CRUZAMENTO	8.7	0	0.00	140.59	■
		100.0		140.59		

Figura 4.66 - Diferença de Pontuação entre LT3 e Nível Neutro em Todos PVFs

A figura 4.67, apresenta a diferença de pontuação entre a alternativa em análise e o melhor nível em todos os pontos de vista fundamentais.

Os resultados apresentados na coluna “WTD” e “SUM”, evidenciam uma alternativa acima do nível bom. No ponto de vista “Cruzamentos” a LT1 Recebeu 10% dos 87 pontos percentuais que representam o melhor nível do descritor deste ponto de vista.

Para os demais pontos de vista, a alternativa LT1 recebeu pontuação variada, que representa a diferença de pontos percentuais da alternativa em todos pontos de vista. Os valores negativos são interpretados como valores abaixo do nível considerado como bom pelo decisor para cada pontos de vista. Nos casos, em que a alternativa em análise recebeu pontuação “zero”, deve ser interpretado como pontuação coincidente com o nível bom do decisor, e desta forma, apresenta uma diferença de pontuação com o nível bom igual a zero.

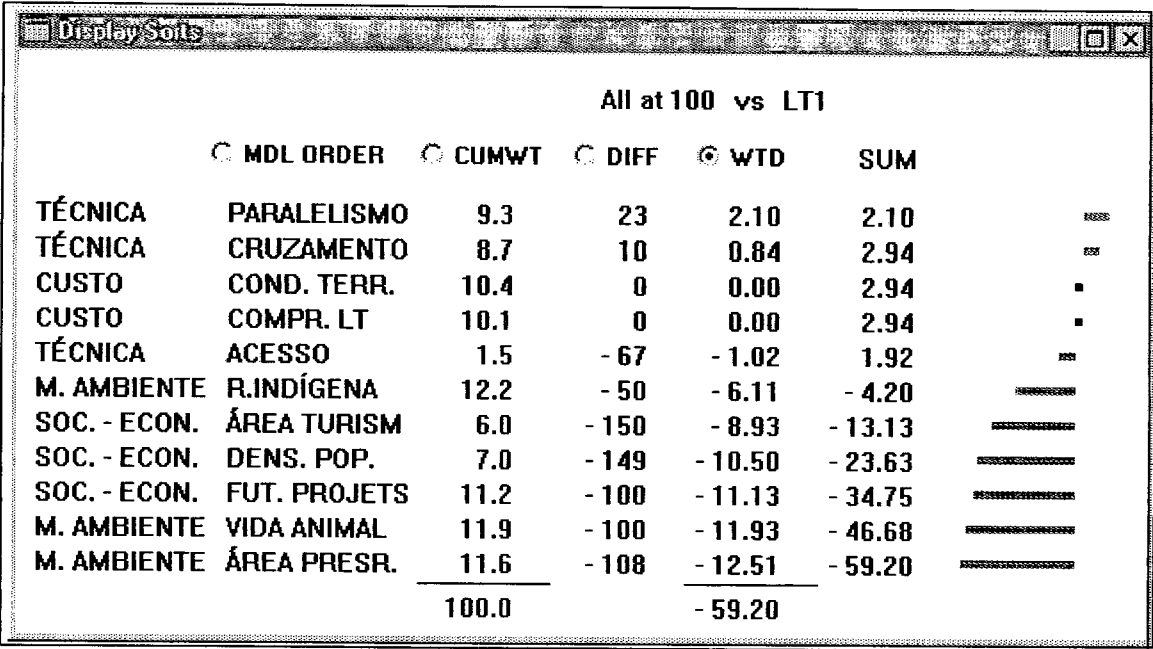


Figura 4.67 - Diferença de Pontuação entre LT1 e Melhor Nível em Todos PVFs

De modo análogo ao da figura anterior, foi verificado na figura 4.68, que a alternativa LT2 embora com um maior número de pontos de vista abaixo do melhor nível de cada ponto de vista, recebeu uma pontuação global de -10.31 pontos, portanto superior à alternativa LT 1 que recebeu apenas -59.20 pontos, conforme total expresso no coluna “WTD” nas figuras 4.44 e 4.45.

Fica portanto evidente a importância da análise global das alternativas, para identificação da melhor rota, sem a qual seria impossível julgar de modo eficiente e adequado todos os critérios gerais de avaliação das LTs.

All at 100 vs LT2					
	<input type="radio"/> MDL ORDER	<input type="radio"/> CUMWT	<input type="radio"/> DIFF	<input checked="" type="radio"/> WTD	SUM
CUSTO	COMPR. LT	10.1	50	5.05	5.05
TÉCNICA	CRUZAMENTO	8.7	10	0.84	5.88
CUSTO	COND. TERR.	10.4	0	0.00	5.88
M. AMBIENTE	R.INDÍGENA	12.2	0	0.00	5.88
SOC. - ECON.	DENS. POP.	7.0	0	0.00	5.88
SOC. - ECON.	ÁREA TURISM	6.0	- 0	- 0.02	5.86
TÉCNICA	ACESSO	1.5	- 67	- 1.02	4.84
M. AMBIENTE	ÁREA PRESR.	11.6	- 19	- 2.19	2.65
TÉCNICA	PARALELISMO	9.3	- 34	- 3.22	- 0.57
SOC. - ECON.	FUT. PROJETS	11.2	- 34	- 3.78	- 4.34
M. AMBIENTE	VIDA ANIMAL	11.9	- 50	- 5.96	- 10.31
		100.0		- 10.31	

Figura 4.68 - Diferença de Pontuação entre LT2 e Melhor Nível em Todos PVFs

A análise apresentada na figura 4.69 apresenta a alternativa LT3, como a segunda melhor opção em termos globais, tendo obtido um pontuação global de -40.61 pontos.

Como anteriormente comentado, a fase de avaliação proporciona infinitas formas de avaliar o problema em análise. Dentro de uma perspectiva mais estratégica, o decisor solicitou uma análise comparativa entre as alternativas, que possibilitasse uma análise visual par-a-par as alternativas.

All at 100 vs LT3					
	<input type="radio"/> MDL ORDER	<input type="radio"/> CUMWT	<input type="radio"/> DIFF	<input checked="" type="radio"/> WTD	SUM
CUSTO	COMPR. LT	10.1	100	10.09	10.09
TÉCNICA	CRUZAMENTO	8.7	100	8.71	18.80
CUSTO	COND. TERR.	10.4	40	4.17	22.96
TÉCNICA	ACESSO	1.5	-51	-0.78	22.18
TÉCNICA	PARALELISMO	9.3	-56	-5.21	16.98
M. AMBIENTE	R.INDÍGENA	12.2	-50	-6.11	10.86
SOC. - ECON.	DENS. POP.	7.0	-100	-7.00	3.86
SOC. - ECON.	ÁREA TURISM	6.0	-150	-8.93	-5.07
SOC. - ECON.	FUT. PROJETS	11.2	-100	-11.13	-16.19
M. AMBIENTE	VIDA ANIMAL	11.9	-100	-11.93	-28.12
M. AMBIENTE	ÁREA PRESR.	11.6	-108	-12.51	-40.64
		100.0		-40.64	

Figura 4.69 - Diferença de Pontuação entre LT3 e Melhor Nível em Todos PVFs

A figura 4.70 apresenta de modo comparativo em termos de uma avaliação global, em quais pontos de vista a alternativa LT1 obteve pontuação melhor, “preferível”, igual ou inferior a alternativa LT2. Foi identificado então que a LT1 obteve pontuação inferior a LT2 no ponto de vista “*paralelismo*”, igual pontuação nos pontos de vista “*Cruzamentos, Acesso e Condições do terreno*” e superior nos demais.

Se comparadas as alternativas TL2 e LT1, a avaliação global seria invertida em termos comparativos, isto é, na identificação da alternativa preferível e menos desejável, embora mantidas inalteradas nos pontos de vista em que as alternativas são igualmente preferíveis.

LT1 vs LT2					
	<input type="radio"/> MDL ORDER	<input type="radio"/> CUMWT	<input type="radio"/> DIFF	<input checked="" type="radio"/> WTD	SUM
SOC. - ECON.	DENS. POP.	7.0	149	10.50	10.50
M. AMBIENTE	ÁREA PRESR.	11.6	89	10.32	20.82
SOC. - ECON.	ÁREA TURISM	6.0	149	8.91	29.73
SOC. - ECON.	FUT. PROJETS	11.2	66	7.35	37.08
M. AMBIENTE	R.INDÍGENA	12.2	50	6.11	43.19
M. AMBIENTE	VIDA ANIMAL	11.9	50	5.96	49.16
CUSTO	COMPR. LT	10.1	50	5.05	54.20
CUSTO	COND. TERR.	10.4	0	0.00	54.20
TÉCNICA	CRUZAMENTO	8.7	0	0.00	54.20
TÉCNICA	ACESSO	1.5	0	0.00	54.20
TÉCNICA	PARALELISMO	9.3	- 57	- 5.32	48.89
		100.0		48.89	

Figura 4.70 - Diferença de Pontuação entre LT1 e LT2 em Todos PVFs

A figura 4.71, apresenta a diferença entre alternativas em termos de uma avaliação global. A alternativa LT1 é inferior a alternativa LT3 apenas no ponto de vista “Paralelismo”, tendo obtido em termos relativos 18.56 pontos ou 18,56% preferível em relação a alternativa LT3.

LT1 vs LT3					
	<input type="radio"/> MDL ORDER	<input type="radio"/> CUMWT	<input type="radio"/> DIFF	<input checked="" type="radio"/> WTD	SUM
CUSTO	COMPR. LT	10.1	100	10.09	10.09
TÉCNICA	CRUZAMENTO	8.7	90	7.87	17.96
CUSTO	COND. TERR.	10.4	40	4.17	22.13
SOC. - ECON.	DENS. POP.	7.0	50	3.50	25.63
TÉCNICA	ACESSO	1.5	16	0.24	25.87
M. AMBIENTE	VIDA ANIMAL	11.9	0	0.00	25.87
M. AMBIENTE	ÁREA PRESR.	11.6	0	0.00	25.87
M. AMBIENTE	R.INDÍGENA	12.2	0	0.00	25.87
SOC. - ECON.	ÁREA TURISM	6.0	0	0.00	25.87
SOC. - ECON.	FUT. PROJETS	11.2	0	0.00	25.87
TÉCNICA	PARALELISMO	9.3	- 78	- 7.31	18.56
		100.0		18.56	

Figura 4.71 - Diferença de Pontuação entre LT1 e LT3 em Todos PVFs

A figura 4.72 apresenta em quais pontos de vista a alternativa LT2 é preferível a alternativa LT3. Em termos de avaliação global, a alternativa LT2 é inferior à alternativa LT3 em 30.33 pontos.

LT2 vs LT3					
	MDL ORDER	CUMWT	DIFF	WTD	SUM
TÉCNICA	CRUZAMENTO	8.7	90	7.87	7.87
CUSTO	COMPR. LT	10.1	50	5.05	12.91
CUSTO	COND. TERR.	10.4	40	4.17	17.08
TÉCNICA	ACESSO	1.5	16	0.24	17.33
TÉCNICA	PARALELISMO	9.3	- 21	- 1.99	15.33
M. AMBIENTE	VIDA ANIMAL	11.9	- 50	- 5.96	9.37
M. AMBIENTE	R.INDÍGENA	12.2	- 50	- 6.11	3.25
SOC. - ECON.	DENS. POP.	7.0	- 100	- 7.00	- 3.75
SOC. - ECON.	FUT. PROJETS	11.2	- 66	- 7.35	- 11.10
SOC. - ECON.	ÁREA TURISM	6.0	- 149	- 8.91	- 20.00
M. AMBIENTE	ÁREA PRESR.	11.6	- 89	- 10.32	- 30.33
		100.0		- 30.33	

Figura 4.72 - Diferença de Pontuação entre LT2 e LT3 em Todos PVFs

Finalizando a fase de avaliação, alternativa como demonstrado na figura abaixo, foi identificada a alternativa LT1 como a melhor dentre as alternativas avaliadas. obtendo um pontuação global de 159 pontos de acordo com a figura 4.73 abaixo.

MEHOR ROTA LT Node							
Add							
BRANCH	Wt	NEUTRO		LT2			CumWt
		BOM		LT1		LT3	
CUSTO	2049	100	-0	100	75	30	20.5
TÉCNICA	1958	100	0	90	117	86	19.6
M. AMBIENTE	3578	100	0	185	123	185	35.8
SOC. - ECON.	2415	100	0	227	116	212	24.2
TOTAL		100	0	159	110	141	100.0

Figura 4.73 - Avaliação global das Alternativas em todas as Áreas de Interesse

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A necessidade de tratar de modo mais abrangente o programa de expansão do sistema elétrico brasileiro implica incorporar, às análises, critérios múltiplos de acordo com as especificações técnicas usadas para analisar os projetos. Os resultados obtidos nesse tipo de consideração devem ser interpretados segundo as características dinâmicas do sistema, sujeitas a mudanças de ordem técnica e construtiva, pela introdução de novas tecnologias, assim como mudanças no juízo de valores dos decisores em função da dinâmica da migração populacional.

Assim, o modelo proposto não deve ser visto como único, ou ótimo, na seleção de rotas para linha de transmissão, mas como uma representação específica momentânea do sistema de valores do decisor, que, centrado nos ideais do construtivismo, procurou identificar a melhor entre as alternativas, que foram representadas por ações propostas pelo decisor, que tomou por base sua vivência na execução desse tipo de projeto.

A identificação da melhor alternativa não teve por objetivo prescrever (“impor”) uma solução para o problema em análise, mas auxiliar o decisor na identificação do melhor curso de ação necessário à execução do projeto, conseguida através de uma melhor compreensão do problema.

Ao examinar os resultados obtidos na fase de avaliação, o decisor mostrou-se surpreso com a capacidade do modelo para diferenciar as alternativas em termos de seus méritos em cada ponto de vista, e ao final do processo fornecer de modo inequívoco a melhor alternativa, uma vez que, ao construir ações fictícias representativas das três alternativas, teve o cuidado de identificá-las do modo mais homogêneo possível, visto que,

por sua proximidade, as alternativas encontram condições semelhantes dentro das suas faixas de serviço.

A análise de sensibilidade realizada pelo software *Hiview* foi outro fator considerado relevante pelo decisor, pela possibilidade de avaliar as alternativas em relação a uma área de interesse específica ou em relação a um ponto de vista. Os mapas de dominância, por sua vez, são análises que, possibilitando avaliar as relações entre alternativas por áreas de interesse, foram também consideradas de fundamental importância pelo decisor, em especial pela capacidade de avaliar as alternativas em relação à área de interesse “*Custos*”, considerado como principal variável de decisão nas metodologias tradicionais ainda em uso pelo setor elétrico.

Desta forma, os objetivos do trabalho foram alcançados com a construção de um modelo multicritério, uma vez que:

- partindo da construção do mapa cognitivo construiu-se a estrutura arborescente de pontos de vista, definindo-se assim os critérios e possíveis ações (rotas) para o problema.
- Para cada critério foi construído um descritor, e o decisor teve a oportunidade de avaliá-lo individualmente na forma semântica e validar seu juízo de valor através da escala cardinal obtida com o software MACBETH.
- O decisor teve então oportunidade de analisar os pontos de vista em forma de conjunto estabelecendo o grau de importância relativa a cada critério.
- Após modelados os juízos de valor do decisor, foi realizada uma extensa análise de sensibilidade visando expandir o grau de conhecimento do decisor.

Para futuros trabalhos, sugere-se que, após identificada a melhor rota, ela passe a ser tratada não como o local onde será materializada a futura LT, mas sim como um corredor

dentro do qual seria identificada a melhor alternativa para materialização da LT, em termos relativos conforme sua pontuação global. Para tanto, seriam locadas, dentro do corredor, infinitas LTs de comprimento variável, avaliadas em relação a uma LT fictícia, considerada ideal em relação a todos os pontos de vista fundamentais do modelo usado nas análises.

O problema com esta nova estrutura pode assumir um número finito de possíveis níveis de impacto em cada ponto de vista, ordenados de acordo com a preferência do decisor, quando então poderiam ser utilizados métodos de programação linear ou dinâmica capazes de agregar de forma aditiva diversos critérios de otimização, como ferramenta auxiliar na composição da melhor rota dentro do corredor.

Ainda para futuros trabalhos, propõe-se analisar os corredores ao longo do seu trajeto de modo integrado, observando não só a viabilidade do corredor no que se refere às condições encontradas dentro da faixa de serviço da LT, mas sua perfeita integração com o meio ambiente em seu entorno, operacionalizável com a utilização de uma única base de dados capaz de conciliar informações espaciais obtidas por meio de imagens e sensoriamento por satélites, dados de censo demográfico e cadastros urbano e rural. Ou seja, tratar as relações espaciais entre objetivos cartográficos de modo integrado, possível com a utilização de sistemas de informação geográfico.

Com a exaustão dos recursos hidrelétricos previsto para as próximas décadas, e a preocupação crescente com perdas por transmissão, (atual alvo de pesquisa e investimento das concessionárias) indica a direção da tendência futura de trazer as fontes geradoras o mais próximo possível dos centros de consumo. Assim é essencial uma correta avaliação do traçado do comportamento do crescimento populacional ao longo da LT e do consumo dentre outros, pois, por se tratar de um problema composto de vários problemas menores, seria prematuro afirmar que tais condições poderão ser avaliadas corretamente somente com a utilização de uma metodologia multicritério.

O modelo multicritério proposto poderá ainda ser adaptado à análise de outros projetos com finalidades distintas dos objetivos deste trabalho, mediante alterações em alguns pontos de vistas fundamentais, possível com a construção de um novo mapa cognitivo. Tais projetos, como a seleção de traçados para futuras rodovias, ferrovias ou sistema de adutoras, gasodutos e oleodutos, atualmente enfrentam problemas similares aos do setor elétrico no que diz respeito à necessidade de identificar o melhor traçado e observar questões sócio-econômicos-ambientais exigidas pelas instituições financeiras internacionais e a própria sociedade brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANA e COSTA, C.A., VANSNICK, J.C. “Uma nova abordagem ao problema da construção de uma função de valor cardinal: Macbeth” *Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão*. ENE/UFSC. Florianópolis, Agosto, (1995).
- BANA E COSTA, C. A. FERREIRA, J.A.A. e VANSNICK, J.C. “ Avaliação Multicritério de Propostas: O Caso de uma Nova Linha do Metropolitano de Lisboa”. *Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão*” ENE/UFSC. Florianópolis, Agosto, (1995).
- BANA E COSTA, C. A. e DA SILVA, F.N. “Concepção de uma “boa” Alternativa de Ligação Ferroviária ao Porto de Lisboa: Uma Aplicação Metodológica Multicritérios de Apoio à Decisão e à Negociação.”. *Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão*” ENE/UFSC. Florianópolis, Agosto, (1995).
- BANA E COSTA E VINCKE, Multiple Criteria Decision Aid: an Overview em Readings in Multiple Criteria Decision Aid, pp 3, (1990).
- BANA E COSTA, C.A., Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Décision., Tese de doutorado, Universidade Técnica de Lisboa, pp75, (1992).
- CORRÊA, C. E. Construção de um Modelo Multicritérios de Apoio ao Processo de Decisão. Dissertação de Mestrado. EPS/UFSC, Florianópolis, (1996).

- DETONI, M. Aplicação de Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão na Definição de Características de Projetos de Construção. Dissertação de Mestrado. EPS/UFSC, Florianópolis, (1996).
- EDEN, C., JONES, S. e SIMS, S. Messing About Problems - An Informal Structured Approach to their Identification and Management. Pergamon Press. (1983).
- EDEN, C., "Cognitive Mapping" European Journal of Operational Research. 36, pp.1-13, (1988).
- GOODWIN, P., WRIGHT, G. Decision Analysis for Management Judgment, John Wiley, (1991).
- HENIG, B. "Solving MCDM Problems: Process Concepts", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, vol 5, 3-21(1996), p.3).
- HICKLING, A. Abordagem da Escolha Estratégica. FUNDAP, São Paulo, (1981).
- JACQUES-LAGRÈZE, E. , Métodos de decisão com múltiplos critérios e suporte, "Apostilado Curso Metodologias de Apoio à Decisão. ENE/UFSC. Florianópolis, Agosto (1995).
- KEENEY, R.L. Value-focused Thinking - A Path to Creative Decision making, Harvard University Press, (1992).
- KEENEY R.L., RAIFFA, H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs, John Wiley, (1976).

ROY, B. Decision-aid and decision making. in: BANA e COSTA Readings in Multiple Criteria Decision Aid, Berlin: Springer, pp. 17-35, (1990).

ROY, B. e VANDERPOOTEN D. "The European School of MCDA: Emergence; Basic Features and Current Works." *Journal of Multi-criteria Decision Analysis*. Vol 5, pp.22-38, (1996).

VANSNICK, J.C. Measurement theory and decision aid. in: BANA e COSTA Readings in Multiple Criteria Decision Aid, Berlin: Springer, pp. 81-100, (1990).

VON WINTERFELDT, D., EDWARDS, W. Decision Analysis and Behavioral Research, Cambridge University Press, 1986.